

TESIS-TE142599

***IDENTIFIKASI JENIS ASAP DI UDARA MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETER DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN***

**TUKADI
NRP.2212204005**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr. Muhammad Rivai, ST.,MT.
Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D**

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**

TESIS-TE142599

***IDENTIFICATION OF SMOKE IN THE AIR
SPECTROPHOTOMETER AND NEURAL NETWORK***

**TUKADI
NRP.2212204005**

SUPERVISOR

**Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D**

**MAGISTER PROGRAM
FIELD STUDY OF ELECTRONIC ENGINEERING
ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOVEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
2015**

**Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)**

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

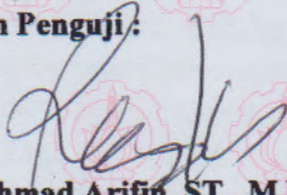
TUKADI

NRP. 2212204005

Tanggal Ujian : 8 Januari 2015

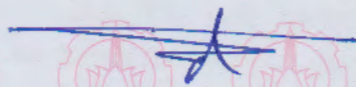
Periode Wisuda : Maret 2015

**Disetujui oleh :
Dosen Penguji:**

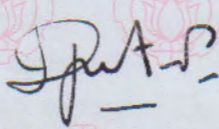


**1. Achmad Arifin, ST., M.Eng., Ph.D
NIP. 19710314 199702 1 001**

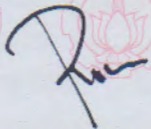
Dosen Pembimbing:



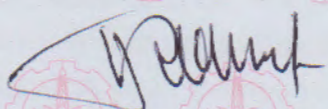
**1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT
NIP. 19690426 199403 1 003**



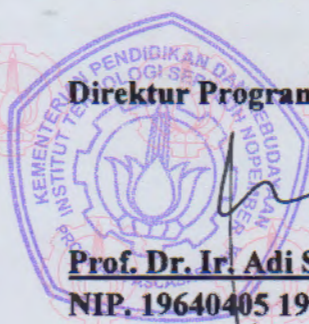
**2. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D
NIP. 19651211 199002 1 002**



**2. Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D
NIP. 19810118 200312 1 003**



**3. Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT
NIP. 19700212 199512 1 001**



Direktur Program Pascasarjana,

**Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT
NIP. 19640405 199002 1 001**

IDENTIFIKASI JENIS ASAP DI UDARA MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

Nama : Tukadi
NRP : 2212204005
Pembimbing : 1. Dr. Muhammad Rivai, ST.,MT
2. Ronny Mardiyanto,ST.,MT., Ph.D

ABSTRAK

Metode spektroskopi telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi gas. Sumber cahaya yang digunakan berupa lampu buatan seperti jenis Light Emitting Diode atau lampu pijar. Cahaya tersebut dilewatkan melalui sampel gas kemudian dilewatkan pada monokromator. Setiap gas menghasilkan pola spektrum yang berbeda. Cara ini memiliki keterbatasan karena harus memasukan gas kedalam tabung uji. Apabila gas yang diuji merupakan jenis gas yang sulit untuk diambil, seperti jenis gas beracun, gas dari keluaran gunung berapi, maka cara ini akan mengalami kesulitan dan data yang diperoleh tidak *real time*. Pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat sebuah sistem identifikasi gas atau asap di udara menggunakan spektrofotometer yang mana sumber cahaya yang digunakan adalah cahaya matahari. Spektrum cahaya yang telah terserap oleh gas atau asap ditangkap menggunakan teleskop, lalu diuraikan menggunakan monokromator menghasilkan kurva tingkat keabuan yang mewakili serapan setiap panjang gelombang cahaya dengan kisaran 360 – 710 nm. Sampel yang digunakan adalah asap pembakaran oli, belerang dan daun kering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spektrum masing-masing sampel mempunyai pola yang berbeda dan konsisten pada perubahan jarak antara 3 - 9 meter. Kurva setiap sampel dianalisa dan dikenali jenis asapnya menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan algoritma pelatihan backpropagation. Pada proses pembelajaran JST ini memerlukan iterasi sebanyak 900 epoch. Setelah dilakukan pengujian, sistim ini dapat mengenali setiap jenis sampel dengan rata-rata tingkat keberhasilan 73%.

Kata Kunci : Asap, Jaringan Syaraf Tiruan, Spektroskopi

IDENTIFICATION OF SMOKE IN THE AIR SPECTROPHOTOMETER AND NEURAL NETWORK

Name : Tukadi
NRP : 2212204005
Supervisor : 1. Dr.. Muhammad Rival, ST., MT
2. Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D

ABSTRACT

Spectroscopy methods have been widely used in gas identification system. The light source is an artificial light such as Light Emitting Diode or incandescent lamps. The light is passed through the gas sample and a wavelength monochromator. Each gas sample produces a specific spectrum. This method has limitations because the gas must be introduced into a test tube. If the gas sample is difficult to be taken such as toxic gases or unreachable volcano gases, then this method will have difficulties and the data are not in real time. In this study, it has been designed and created a system for gas or smoke identification using a spectrophotometer method with sunlight as the light source. The spectrum of light absorbed by the gas or smoke was captured with a telescope and a monochromator. The monochromator produces gray level curve representing the absorption spectrum with the wavelength between 360-710 nm. The samples were the smoke of burning oil, sulfur and dry leaves. The test results showed that the spectrum of each samples has a unique pattern at the various distances between 3-9 meters. The spectrums was then analyzed and identified by using an Artificial Neural Network with backpropagation algorithm. The network requires 900 iterations in the training phase. The system could recognize all type of samples with an average success rate of 73%.

Keywords: Artificial Neural Network, Smoke, Spectroscop

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul : *Identifikasi Jenis Asap di Udara Menggunakan Spektrofotometer dan Jaringan Syaraf Tiruan*.

Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam menyelesaikan tesis ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Istri dan anak tercinta yang telah memberikan do'a, dorongan dan semangat untuk menyelesaikan tesis ini.
2. Bapak Dr. Muhammad Rivai, ST., MT., selaku dosen pembimbing dan sekaligus sebagai dosen wali yang telah banyak memberikan saran, bantuan serta bimbingan.
3. Bapak Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D, selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan saran, bantuan serta bimbingan.
4. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis menempuh kuliah.
5. Rekan-rekan seperjuangan, atas segala bantuan dan sumbangan pikiran dan tenaga dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam membantu penulisan hingga tesis ini bisa terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Harapan penulis adalah semoga apa yang telah ditulis dapat bermanfaat terutama bagi kami sendiri dan para pembaca. Amin.

Surabaya, Januari 2015

Tukadi
(NRP: 2212204005)

DAFTAR ISI

HALAMAN KEASLIAN TESIS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1	
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan masalah.....	3
1.4. Maksud dan tujuan	3
1.5. Manfaat.....	3
BAB 2	
KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1. Pemantauan Gas Vulkanik	5
2.2. Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change (NOVAC).....	9
2.3. Identifikasi Jenis Gas	10
2.4. Pengukuran Emisi SO ₂	11
2.5. Interaksi Cahaya Dengan Molekul	12
2.6. Ultra Violet (UV) Dan Cahaya Tampak (Vis).....	14
2.7. Proses Absorpsi Cahaya Pada Spektrofotometri	17
2.8. Spektroskopi Ultra Violet (UV)-Cahaya Tampak (Vis)	16
2.8.1 Sumber Cahaya	17
2.8.2 Monokromator	17
2.8.3 Tempat Sampel.....	18

2.8.4 Detektor	19
2.9 Teleskop	19
2.10 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)	20
2.10.1 Arsitektur jaringan syaraf Tiruan.....	21
2.10.4 Backpropagation	23
BAB 3	
METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Perancangan Perangkat Keras	27
3.1.1 Rancangan Intrumen Spektrofotometer	27
3.2.2 Rancangan penggerak teleskop	30
3.2. Perancangan dan pembuatan program	31
3.2.1 menampilkan gambar dan mengambil nilai derajat keabuan	32
3.2.2 Mengurangkan Gambar Referensi Dengan Gambar Baru	35
3.2.3 Perhitungan Normalisasi Derajat Keabuan	35
3.3 Pemrograman JST.....	35
3.4 Pengambilan dan Analisa data	42
BAB 4	
PENGUJIAN DAN ANALISA DATA.....	39
4.1 Pengujian Monokromator	39
4.2 Pengujian Sumber Cahaya	40
4.3 Pengujian Serapan Cahaya	41
4.4 Pengambilan Data.....	43
4.5 pengujian Sistem keseluruhan	44
BAB 5	
KESIMPULAN	47
DAFTAR PUSTAKA	48
FOTO-FOTO	
BIODATA PENULIS	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Metode spektroskopi untuk penginderaan gas vulkanik	7
Tabel 2.2	Klasifikasi sinar tampak dengan warna komplementernya	14
Tabel 4.1	Data training dan hasil testing asap pembakaran oli, belerang dan daun kering	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram spektroskopi serapan	5
Gambar 2.2	Konfigurasi OPUV Spectrometer	8
Gambar 2.3	Spektrum pengukuran SO ₂	8
Gambar 2.4	Skema tampilan NOVAC	10
Gambar 2.5	Nilai Gray ternormalisasi untuk etanol	11
Gambar 2.6	Interaksi cahaya dengan molekul	12
Gambar 2.7	Proses penyerapan cahaya	15
Gambar 2.8	Skema peralatan Spektrofotometer UV-Vis	17
Gambar 2.9	Penyebaran cahaya menggunakan prisma dan kisi difraksi ...	18
Gambar 2.10	Teleskop bias	19
Gambar 2.11	Susunan syaraf manusia dan JST	20
Gambar 2.13	Fungsi aktivasi sigmoid biner	22
Gambar 2.14	Blok diagram pembelajaran backpropagation	24
Gambar 3.1	Diagram blok sistim identifikasi jenis asap	27
Gambar 3.2	Teleskop zoom 8 kali	28
Gambar 3.3	Monokromator dan spektrum yang dilihat dengan kamera	28
Gambar 3.4	(a)webcam 16 Megapiksel untuk mengambil spektrum, (b) webcam untuk mengambil gambar dari teleskop	29
Gambar 3.5	Perangkat spektrofotometer	29
Gambar 3.6	Rangkaian penggerak motor	30
Gambar 3.7	Diagram alir untuk identifikasi jenis asap	32
Gambar 3.8	Tampilan program untuk idenstifikasi asap	33
Gambar 3.9	Spektrum yang ditangkap kamera dan pengambilan intensitas keabuan	34
Gambar 3.10	Tampilan program JST	36
Gambar 3.11	Diagram alir JST	37
Gambar 4.1	Spektrum dari ketiga sinar laser 380, 528 dan 666 nm	39
Gambar 4.2	Kurva RGB dan derajat keabuan	40
Gambar 4.3	Sumber cahaya yang dilihat mennggunakan teleskop	41
Gambar 4.4	Kurva derajat keabuan dari sumber cahaya	41

Gambar 4.5	Pengambilan data Intensitas I_0 dan I_t	42
Gambar 4.6	Kurva dari I_0 , I_t , serapan dan transmitansi	42
Gambar 4.7	Kurva derajat keabuan pada jarak yang berbeda	43
Gambar 4.8	Kurva derajat keabuan dari asap pembakaran oli, belerang dan daun kering	44

BAB 1

PENDAHULUAN

Kualitas udara di dalam lingkungan sangat mempengaruhi kesehatan. Dalam udara terdapat unsur kimia yang sangat bermanfaat untuk pernapasan kita, di samping itu terdapat unsur kimia yang membahayakan bagi kita. Senyawa yang membahayakan bisa dari hasil pembakaran di pabrik, gas buang dari kendaraan bermotor yang mengandung karbon monoksida atau CO. Senyawa yang membahayakan juga dihasilkan akibat bencana alam seperti gunung meletus atau peristiwa kebakaran yang sangat mungkin menghasilkan gas atau asap beracun.

1.1 Latar Belakang

Penelitian tentang gas atau asap sudah banyak dilakukan. Cara yang dipakai pada umumnya menggunakan metode spektroskopi. Komponen-komponen spektroskopi terdiri dari sumber radiasi, monokromator, tempat sampel dan detektor. Kandungan unsur dalam suatu cairan atau gas dapat dianalisa secara kualitatif, kuantitatif dan dapat melacak struktur kimiawi (Sitorus, 2009). Cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda dilewatkan pada contoh sampel cairan dalam tabung uji menghasilkan grafik spektrum yang berisi informasi tentang kandungan kimia sampel tersebut (Jatmiko, 2004).

Spektroskopi sederhana dapat dibuat dengan menggunakan LED putih sebagai sumber cahaya dan kisi difraksi sebagai monokromator. Spektrum yang dihasilkan direkam menggunakan webcam kemudian diolah dengan menggunakan pengolahan citra digital. Citra spektrum warna yang telah didapatkan nilai grey ternormalisasinya dimasukkan ke dalam jaringan syaraf tiruan (Retnowati, 2012).

Metode spektrokopi juga dipakai untuk memantau aktivitas gunung berapi dengan mengamati asap yang dikeluarkannya. Pengamatan dilakukan dengan jarak jauh atau tanpa bersentuhan langsung dengan asap atau gas yang dikeluarkan dari gunung api tersebut. Prinsip penginderaan jarak jauh, cahaya yang digunakan

menggunakan cahaya langit (warna langit biru), cahaya matahari langsung, atau sumber lampu buatan. Cahaya yang melalui sampel ditangkap menggunakan teleskop dimasukkan ke dalam spektroskopi. Karena SO_2 mempunyai karakter kuat dalam menyerap sinar Ultra Violet (UV) maka analisa dilakukan dengan berdasarkan pada besar kecilnya serapan dari sinar UV yang mengenai asap. Dengan membandingkan sinar yang langsung dari sumber cahaya ke spektroskopi dan yang melalui sampel maka dapat dianalisa konsentrasi kandungan SO_2 (Euripides, 2008).

Penelitian emisi SO_2 gunung merapi di Jawa Tengah menggunakan DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy). DOAS yang digunakan terdiri dari 5 bagian yaitu: scan miler, condenser lens, detektor, power suplai, dan Laptop. Di bagian scan miler terdiri dari lensa untuk mengumpulkan sinar serta cermin sebagai pemantul sinar objek agar masuk ke dalam lensa condenser. Untuk scanning sinar, cermin digerakkan dengan miler control box yang disambung dengan kabel USB serta pengaturan sudut gerak dan waktu integrasi yang dikendalikan dengan software pada laptop. Sinar dari objek tersebut kemudian dimasukkan ke dalam kondenser lens. Dari kondenser lens kemudian masuk ke dalam detektor yaitu spektrometer USB 2000 melalui fiber optik. Kabel USB menghubungkan spektrometer dan laptop untuk transfer data (Humaida, 2008).

1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian tesis ini akan dilakukan rancang bangun sistem spektroskopi yang terdiri dari kisi difraksi, CCD kamera dan JST untuk mengenali jenis gas atau asap secara otomatis. Untuk itu perumusan masalah dalam penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mendapatkan pola spektrum serapan cahaya pada tiap-tiap jenis asap.
2. Bagaimana pola spektrum cahaya jika diamati dengan jarak yang berbeda.

3. Apakah dengan JST dapat digunakan untuk membedakan jenis gas berdasarkan spektrumnya.

1.3 Batasan Masalah

1. Dalam penelitian ini sumber cahaya yang digunakan sebagai referensi harus sama.
2. Jarak sampel dan teleskop 3 sampai 9 meter

1.4 Maksud dan Tujuan

Dari perumusan masalah di atas penelitian ini dibuat dengan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh pola spektrum untuk jenis asap yang berbeda.
2. Untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap pola spektrum.
3. Mengidentifikasi jenis asap menggunakan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini di harapkan dapat bermanfaat untuk :

1. Untuk analisa gas atau asap tanpa memasukkan dalam sampel uji.
2. Pengamatan secara jarak jauh (remote sensing).
3. Identifikasi jenis gas atau asap secara otomatis.
4. Monitoring kadar polutan di area industri.
5. Monitoring tingkat aktivitas gunung berapi.

-----SENGAJA DIKOSONGKAN-----

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Penelitian tentang senyawa kimia dilakukan dengan dengan pemanfaatan cahaya sebagai sumber energi. Pada umumnya cahaya dikelompok menjadi tiga, Ultra Violet (UV), cahaya tampak, infrared (IR). Adanya interaksi cahaya dengan molekul ini yang mendasari penelitian unsur-unsur dan senyawa kimia dalam suatu materi, baik berupa gas, cair atau padat.

2.1. Pemantauan Gas Secara Jarak Jauh

Metode penginderaan gas didasarkan pada pengamatan spektroskopi dari spesies molekul. Gas dapat diamati dan diidentifikasi dengan melihat karakteristik spektrum serapan cahaya. Besarnya kekuatan penyerapan cahaya, dinyatakan dalam rumus Lambert-beer:

$$I(\lambda) = I_0(\lambda) \exp(-\sigma(\lambda)NL) \quad (2.1)$$

dimana :

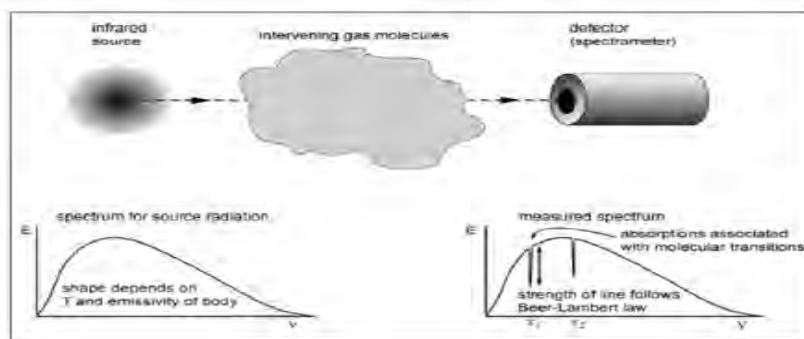
$I(\lambda)$ = intensitas cahaya yang diamati pada panjang gelombang λ ,

$I_0(\lambda)$ = intensitas cahaya, sebelum melewati atau interaksi dengan sampel,

$\sigma(\lambda)$ = penampang serapan, dari menyerap molekul pada panjang gelombang λ ,

N = panjang.

L = lebar .



Gambar 2.1 Diagram spektroskopi serapan (Clive, 2004).

Pemantauan gas atau asap dapat dilakukan dengan penginderaan jarak jauh (remote sensing). Cara ini tanpa memasukkan sampel asap kedalam spektrofotometer. Sistem remote sensing dikatakan pasif pasif jika sumber radiasi yang digunakan alami, dan dikatakan aktif jika menggunakan sumber radiasi buatan. Contoh pengukuran pasif penggunaan radiasi alam, misalnya dari lava aktif permukaan, radiasi langit difus, atau radiasi matahari langsung. Sumber aktif menggunakan lampu buatan atau laser.

Selama tiga puluh tahun terakhir, teknik penginderaan jarak jauh telah digunakan untuk pemantauan gas vulkanik dan aerosol yang diperlihatkan pada Tabel 2.1. Teknik-teknik tersebut memiliki banyak keuntungan untuk pemantauan karena dapat melakukan pengambilan sampel langsung dan menghilangkan kemungkinan sampel kontaminasi. Teknik remote sensing digunakan untuk mengukur konsentrasi gas yang diamati berdasarkan pengamatan berkas cahaya yang melalui asap. Berkas cahaya tersebut akan menghasilkan spektrum cahaya yang spesifik tergantung pada kandungan molekul yang ada didalamnya. Berdasarkan spektrum inilah jenis-jenis molekul dapat diidentifikasi jenis, konsentrasi dan kuantitas yang ada didalamnya.

Instrumen yang paling banyak digunakan untuk penginderaan jarak jauh pada asap vulkanik adalah COSPEC (Correlation Spectroscopy). Instrumen ini pada awalnya dikembangkan untuk mengukur emisi SO_2 dan NO_x . Pengukuran Open-path Ultraviolet (OPUV) COSPEC SO_2 telah dilakukan di berbagai gunung berapi di seluruh dunia. COSPEC ini biasanya dioperasikan dengan mengukur penyerapan ultraviolet (UV) dari radiasi langit. Hal ini dicapai dengan cara mendispersikan radiasi langit yang diserap oleh awan atau gumpalan asap, lalu dengan kisi menghasilkan pencitraan atau gambar yang membawa informasi, kemudian spektrum ini ditangkap menggunakan detektor. Sinyal output dari detektor dimodulasi sehingga diperoleh spesifikasi penyerapan SO_2 .

Fluks radiasi diperoleh dengan melintaskan COSPEC di bawah asap, secara tegak lurus ke atas, dalam kendaraan jalan seperti perahu atau pesawat udara, untuk merekam konsentrasi SO_2 . COSPEC memiliki banyak keuntungan sebagai alat untuk pengawasan vulkanik. Perangkat ini beroperasi menggunakan radiasi

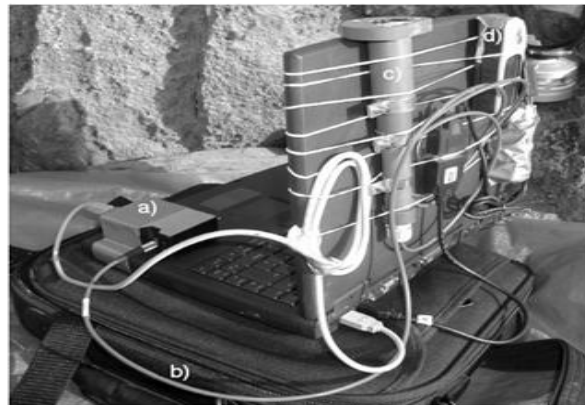
yang tersebar di udara. Secara umum, cahaya tersebar dikumpulkan menggunakan teleskop vertikal, dan digabungkan ke dalam spektrometer dengan serat optik, yaitu pendekatan yang sama seperti OPUV (Clive, 2004).

UV matahari langsung juga digunakan dalam pengamatan menggunakan spektrometer UV miniatur DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy), yang memiliki keuntungan karena bentuk lebih sederhana. Spektrum cahaya umumnya tersebar dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam alat ini. Cahaya yang terkumpul didispersikan dan ditangkap menggunakan CCD atau photomultiplier. Spektroskopi UV memiliki kemampuan mendeteksi spesies gas H_2S dan SO_2 . Konfigurasi OPUV Spectrometer disusun seperti terlihat pada Gambar 2.2 .

Fourier Transform Inframerah (FTIR) spektrometer telah memperluas kemampuan untuk penginderaan jauh pada gas vulkanik. Perangkat ini beroperasi pada spektrum inframerah nampak penyerapan jenis-jenis gas HC_1 , H_2O , SO_2 , HF, CO_2 , SiF_4 , OCS dan CO. Fourier invers mentransformasikan ke sinyal sementara yang menghasilkan spektrum, dianalisis menggunakan model transfer radiasi. Sumber cahaya IR didapat dari sinar matahari langsung, api semburan lava pijar, lampu IR buatan, dan material padat panas telah digunakan dalam pengawasan gunung berapi FTIR.

Tabel 2.1 Metode spektroskopi untuk penginderaan gas vulkanik

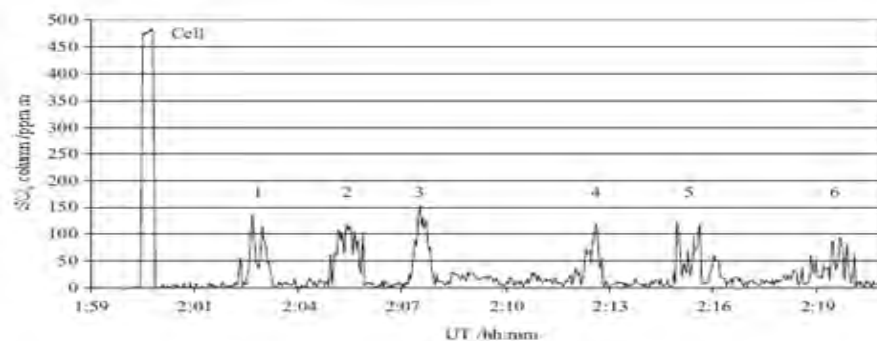
Instrument	Transport methods	Volcanic gas species detectable	Flux measurements (Yes/No)
COSPEC	car, aircraft, boat	SO_2	Yes
UV grating spectrometers (e.g., Ocean Optics USB 2000)	on foot, car, aircraft, boat	SO_2 , H_2S , BrO	Yes
FTIR (e.g., Brucker OPAG 22, MIDAC AM series)	car	CO_2 , CO, OCS, CH_4 , SO_2 , H_2O , HCl, HF, SiF_4	Yes (with sun-tracker)
Other NDIR (e.g., LI-COR CO_2 analysers)	on foot, aircraft	CO_2 , H_2O	Yes (by plume profiling or ground flux surveys)
DIAL (i.e., using atmospheric backscatter to return signal)	truck, ship	SO_2 , other species feasible	Yes
Laser spectroscopy (short path, extractive)	car	as FTIR plus isotopes	No



Gambar 2.2 Konfigurasi OPUV spectrometer .

Gambar 2.2 menunjukkan alat pengukuran OPUV menggunakan spektrometer miniatur yang dihubungkan oleh kabel serat optik dari teleskop. Penerima GPS menyediakan pelacakan terus menerus untuk mencari semua spectrum yang disimpan ke komputer laptop melalui kabel USB.

Contoh data mentah yang dikumpulkan secara real-time dengan sensor yang berjalan melintasi asap dengan menggunakan peralatan COSPEC ditunjukkan pada Gambar 2.3. Pengambilan data pertama menunjukkan SO_2 ditempatkan di depan teleskop. Enam perangkat yang lain berada di bawah asap, beberapa puluh meter jaraknya dari sumber. Skala waktu ini kemudian dikoreksi menggunakan log GPS untuk skala jarak yang tegak lurus terhadap arah transportasi cendawan asap. Hal ini menyediakan kolom penampang SO_2 , yang kemudian dikalikan dengan kecepatan cendawan asap untuk menghasilkan fluks. Emisi SO_2 berjumlah sekitar 40 gram/sec, menyoroti kemampuan untuk mengukur fluks yang sangat rendah dari senyawa fumarol (Clive,2004).



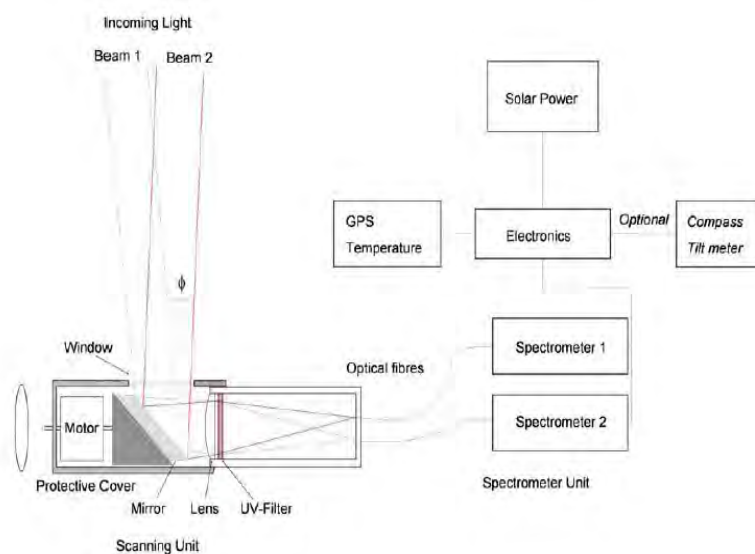
Gambar 2.3 Spektrum pengukuran SO_2

2.2. Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change (NOVAC)

NOVAC merupakan strategi pengukuran didasarkan pada pemindaian atau scanner instrumen Mini-DOAS dari lokasi beberapa kilometer dari gunung berapi. Spektrum yang direkam diperoleh dari kepadatan per satuan volume yang berasal cendawan asap. Fokus utama dari Proyek Novac adalah kuantifikasi emisi vulkanik SO_2 dan untuk menghindari resiko bencana vulkanik. Selain tujuan utama ini penelitian ini juga melakukan pengembangan untuk pemantauan komposisi gas di atmosfer. Novac Versi I dirancang untuk menjadi instrumen yang kuat dan sederhana untuk pengukuran fluks emisi SO_2 vulkanik pada resolusi tinggi dengan waktu konsumsi daya minimal. Instrumen ini terdiri dari teleskop dengan serat optik yang digabungkan ke spektrometer S2000.

Sinar ultraviolet dari matahari yang dihamburkan oleh aerosol dan molekul di atmosfer, dikumpulkan dengan menggunakan teleskop dengan lensa kuarsa. Teleskop terpasang ke perangkat pemindaian yang terdiri dari cermin yang terpasang pada stepper motor yang dikendalikan komputer sebagai sarana untuk memindai bidang pandang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Spektrometer menggunakan 2400 garis/mm kisi-kisi, yang bila dikombinasikan dengan celah 50 mm akan memberikan resolusi optik 0,6 nm dalam rentang panjang gelombang 280-420 nm. Sebuah filter band-pass menghalangi cahaya tampak dengan panjang gelombang lebih dari 360 nm, yang dipasang di teleskop 2 mm di belakang lensa dengan tujuan mengurangi lebar spektrum (Euripides, 2008).

NOVAC Versi II dirancang untuk memungkinkan spektroskopi terbaik dan peningkatan fleksibilitas dalam hal pengukuran geometri. Peningkatan resolusi optik 0,4 nm dapat dicapai dengan mengganti S2000 dengan HR2000 dengan panjang fokal 101,6 mm pada f/4, 100 mm celah masuk, dan 2400 alur/mm kisi menghasilkan rentang panjang gelombang 295-390 nm. Spektrometer suhu ruang optik dikendalikan oleh modul Peltier Thermoelectric yang diatur menggunakan pengontrol suhu Supercool PR-59 dengan tegangan konstan modulasi lebar pulsa (Bo, 2010).

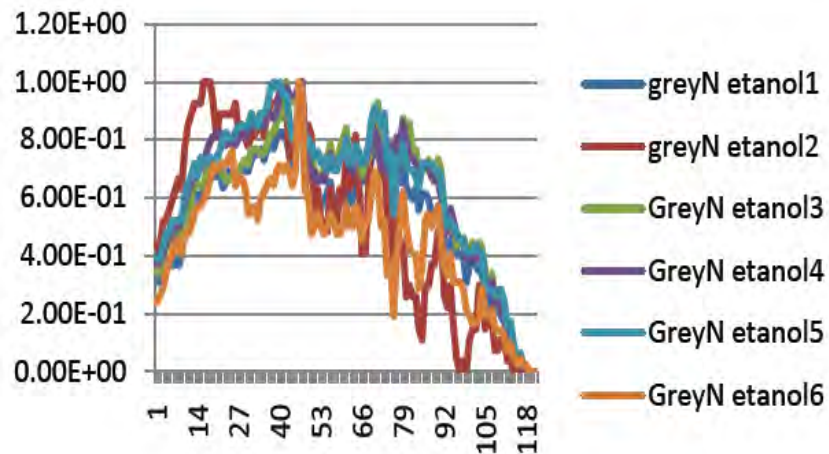


Gambar 2.4 Skema tampilan NOVAC

2.3. Identifikasi Jenis Gas

Sistem kamera spektroskopi dirancang untuk menghasilkan citra spektrum absorpsi dari gas yang diujikan. Cahaya yang datang dari lampu LED putih dilewatkan pada sebuah tabung gas yang tertutup dengan akrilik transparan. Setelah cahaya melewati tabung, cahaya tersebut diteruskan ke kisi difraksi untuk diuraikan. Cahaya yang telah diuraikan oleh kisi difraksi tersebut menghasilkan sebuah citra warna dan kemudian di fokuskan oleh sebuah lensa cembung. Citra yang telah dihasilkan dan difokuskan kemudian diteruskan ke sebuah layar putih dan ditangkap oleh webcam untuk kemudian dikirim ke komputer. Komputer akan mengolah citra berupa spektrum tersebut untuk kemudian dapat di proses agar dapat diidentifikasi. Hasil nilai gray dalam pengujian seperti terlihat Gambar 2.5 (Retnowati, 2012).

Perhitungan nilai RGB dan Grey untuk setiap sampel dilakukan dengan cara mengambil gambar dari kamera yang kemudian dilihat nilai RGB dan Graynya. Setelah itu Nilai RGB dan Gray yang telah didapat dikurangi dengan nilai RGB dan Gray referensi yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil pengurangan kemudian di normalisasi. Hasil nilai grey yang telah di normalisasi untuk setiap gas pada kisi 600 *line*/mm dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Nilai Gray ternormalisasi untuk etanol (Retnowati,2012)

2.4 Pengukuran Emisi SO_2

DOAS yang digunakan terdiri dari 5 bagian yaitu: scan miler, condenser lens, detektor, power suplai, dan Laptop. Di bagian scan miler terdiri dari lensa untuk mengumpulkan sinar serta cermin sebagai pemantul sinar objek agar masuk ke dalam lensa condenser. Untuk scanning sinar, cermin digerakkan dengan miler control box yang disambung dengan kabel USB serta pengaturan sudut gerak dan waktu integrasi yang dikendalikan dengan software pada laptop. Sinar object yang masuk tersebut kemudian masuk ke dalam kondenser lens. Dari kondenser lens kemudian masuk ke dalam detektor yaitu spektrometer melalui fiber optik, sebagai pentransfer data. Kabel USB menghubungkan spektrometer dan laptop computer untuk transfer data.

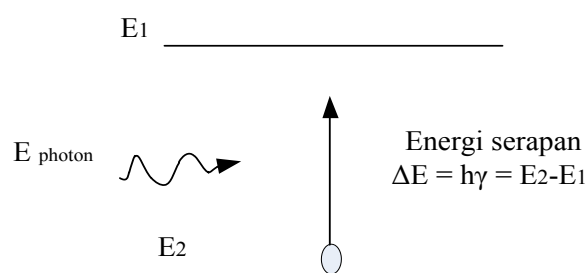
Dalam pengukurannya DOAS ditempatkan pada area terbuka dengan jarak 5 km dari puncak, dan spektrum tertangkap saat pengukuran. Untuk memperoleh data yang tepat dan akurat maka setiap kali pengukuran dilakukan standarisasi terhadap gas SO_2 (Humaida, 2010).

Penginderaan gas dengan spektrofotometer dapat digunakan dalam pemantauan emisi industri dan vulkanik dengan menggunakan berbagai sumber cahaya, termasuk radiasi latar belakang termal, laser broadband, dioda cahaya (LED) dan multi-mode dioda laser. Baru-baru ini implementasi sumber radiasi berbasis LED yang sangat efektif dari COSPEC telah menunjukkan untuk

pengukuran pencemaran SO_2 . Sulfur dioksida menunjukkan band penyerapan sangat terstruktur dalam ultraviolet (UV) wilayah sekitar 300 nm. LED dengan struktur dibawah wilayah UV telah tersedia. Hal ini dapat menjadi sumber ideal untuk pengukuran penyerapan gas yang dikombinasikan dengan teknik korelasi gas, terutama cocok untuk pemantauan emisi industri. LED yang digunakan mempunyai panjang gelombang yang berpusat di sekitar 300 nm dan memiliki lebar emisi band sekitar 12 nm mencakup sekitar 8 puncak serapan menonjol dari SO_2 . Cahaya melewati volume sampel dan kemudian dibagi dengan pembagi berkas yang akan difokuskan ke dua detektor identik. Berkas referensi yang kuat melewati sel gas yang diisi dengan konsentrasi jenuh SO_2 . Jika SO_2 hadir dalam volume sampel yang akan diinterogasi, sinar sampel lemah akan mengalami penyerapan yang relatif terhadap berkas referensi, menghasilkan sinyal modulasi intensitas yang sebanding dengan konsentrasi gas. Sensitivitas yang diperoleh cukup untuk pemantauan emisi industri di mana konsentrasi SO_2 yang khas berkisar dari puluhan hingga ribuan ppm. Untuk aplikasi pemantauan atmosfer pada tingkat ppb maka sel multi-pass dapat digunakan (Lou, 2009).

2.4. Interaksi Cahaya Dengan Molekul

Bila cahaya berinteraksi dengan molekul organik maka yang dipengaruhi oleh cahaya tersebut adalah ikatannya. Pada molekul organik pada umumnya adalah ikatan kovalen yaitu pemakaian bersama pasangan elektron. Karena hakekat ikatan adalah pasangan elektron maka ada tiga jenis ikatan yang terdapat pada molekul organik yaitu ikatan sigma (σ), ikatan pi (π), dan pasangan elektron bebas (non bonding elektron = n) (Sitorus, 2004).



Gambar 2.6 Interaksi cahaya dengan molekul

Interaksi antara cahaya dan ikatan pada molekul organik berdampak pada panjang gelombang (energi) radiasi tersebut. Interaksi akan lebih kuat bila energi makin besar atau panjang gelombang makin pendek. Sifat interaksi inilah sebagai dasar pada analisis secara spektroskopi.

Sinar X yang energinya cukup besar oleh ahli berkebangsaan Jerman Rontgen digunakan dalam bidang radiologi untuk diagnose penyakit pasien di Rumah Sakit. Sinar UV akan menyebabkan transisi elektron dari keadaan bonding ke anti bonding. Sinar tampak digunakan untuk analisis senyawa berwarna yang berpengaruh pada transisi elektronik. Sinar IR menyebabkan vibrasi ikatan untuk analisis gugus fungsional utama senyawa organik. Sedangkan gelombang radio menyebabkan rotasi ikatan yang digunakan untuk mengidentifikasi jumlah dan jenis proton. Spektroskopi Massa digunakan untuk menetapkan model pemecahan (fragmentasi) suatu molekul organik. Interaksi cahaya dengan molekul dapat dilihat pada Gambar 2.6.

2.5. Ultra Violet (UV) Dan Cahaya Tampak (Vis)

Batas sensitivitas mata manusia adalah sinar tampak atau terlihat (visible) yaitu dengan panjang gelombang (λ) antara 4×10^{-7} m (400 nm) berupa cahaya violet/ungu/lembayung sampai 8×10^{-7} m (800 nm) atau merah. Panjang gelombang juga lazim disajikan dalam satuan nm di mana $1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}$.

Pada Tabel 2.2 disajikan klasifikasi sinar tampak beserta warna komplementernya (bila dicampurkan jadi tidak berwarna). Klasifikasi di atas tidaklah mutlak karena beberapa sumber kemungkinan menggolongkan sinar tampak tidak seperti di atas dan ada yang pengklasifikasian sinar tampak antara 400-900 nm. Secara alamiah sinar tampak dapat dilihat dalam bentuk pelangi.

Fenomena pelangi dijelaskan oleh Newton pada tahun 1672 yaitu dengan pemecahan radiasi sinar tampak dari mata hari dengan menggunakan gelas disamping atmosfer yang berair. Dengan menggunakan serangkaian lensa dan prisma maka sinar matahari dapat terpecah menjadi beberapa komponen berwarna yang dapat dilihat pada layar. Sumber sinar tampak pada spektroskopi tampak biasanya adalah filamen tungsten yang dialiri arus listrik.

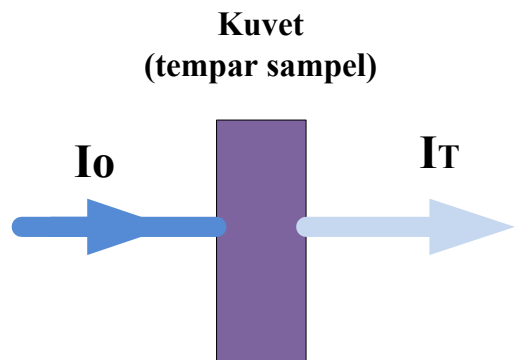
Tabel 2.2 Klasifikasi sinar tampak dengan warna komplementernya.

Panjang gelombang (nm)	Warna	Warna komplementer
400-435	Violet/ungu/lembayung	Hijau kekuningan
435-480	Biru	Kuning
480-490	Biru kehijauan	Jingga
490-500	Hijau-kebiruan	Merah
500-560	Hijau	Ungu kebiruan
560-580	Hijau kekuningan	Ungu
580-610	Jingga	Biru kehijauan
610-680	Merah	Hijau kebiruan
680-800	Ungu kemerah-merahan	Hijau

2.7 Proses Absorpsi Cahaya pada Spektrofotometri

Ketika cahaya dengan berbagai panjang gelombang (cahaya polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap. Di dalam suatu molekul yang memegang peranan penting adalah elektron valensi dari setiap atom yang ada hingga terbentuk suatu materi. Elektron-elektron yang dimiliki oleh suatu molekul dapat berpindah (eksitasi), berputar (rotasi) dan bergetar (vibrasi) jika dikenai suatu energi.

Jika zat menyerap cahaya tampak dan UV maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik. Apabila cahaya yang diserap adalah cahaya inframerah maka elektron yang ada dalam atom atau elektron ikatan pada suatu molekul dapat hanya akan bergetar (vibrasi). Atas dasar inilah spektrofotometri dirancang untuk mengukur konsentrasi yang ada dalam suatu sampel. Zat yang ada dalam sel sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Ketika cahaya mengenai sampel maka sebagian akan diserap, sebagian akan dihamburkan dan sebagian lagi akan diteruskan.



Gambar 2.7 Proses penyerapan cahaya

Pada spektrofotometri, cahaya datang atau cahaya masuk atau cahaya yang mengenai permukaan zat dan cahaya setelah melewati zat dapat diukur, yang dinyatakan dengan I_t/I_0 atau I_0/I_t (perbandingan cahaya datang dengan cahaya setelah melewati materi (sampel)). Proses penyerapan cahaya oleh suatu zat dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.7.

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang hamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum lambert-beer atau Hukum Beer, berbunyi: “jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan”.

Berdasarkan hukum Lambert-Beer, perbandingan intensitas cahaya yang ditransmisikan I_t dengan cahaya datang I_0 disebut transmitansi T.

$$T = \frac{I_t}{I_0} \quad (2.3)$$

Besarnya dirumuskan dalam prosen,

$$\%T = \frac{I_t}{I_0} * 100\% \quad (2.4)$$

dan absorbansi dinyatakan dengan rumus:

$$A = \log \frac{1}{T}$$

$$A = -\text{Log } T = -\text{Log} \left(\frac{I_t}{I_0} \right) \quad (2.5)$$

Dimana:

T = cahaya yang terhambur (transmitansi)

I_0 = intensitas cahaya datang

I_t = intensitas cahaya setelah melewati sampel.

Rumus yang diturunkan dari Hukum Beer dapat ditulis sebagai:

$$A = a \cdot b \cdot c \quad (2.6)$$

atau ,

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \quad (2.7)$$

dimana:

A = absorbansi

b = tebal larutan (tebal kuvet diperhitungkan juga umumnya 1 cm)

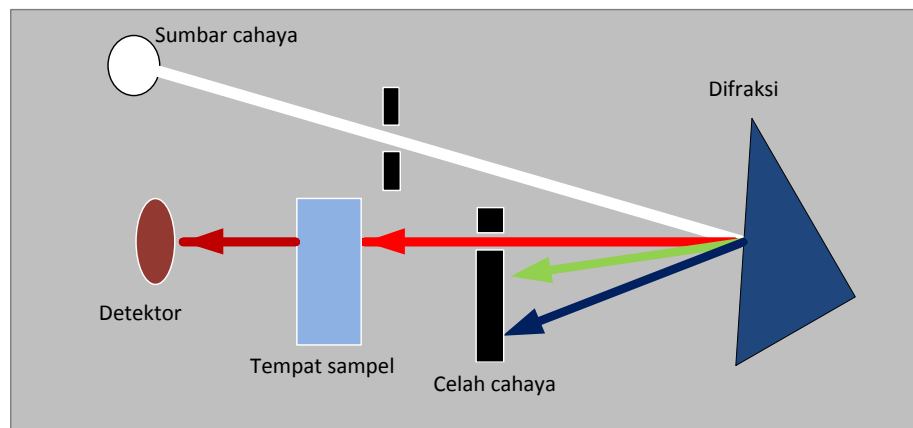
c = konsentrasi larutan yang diukur

ε = tetapan absorptivitas molar (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam molar)

a = tetapan absorptivitas (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam ppm).

2.8 Spektroskopi Ultra Violet (UV) - Cahaya Tampak (Vis) .

Biasanya peralatan spektrofotometer UV disatukan dengan Vis, sehingga pemakaiannya sesuai peruntukannya. Secara umum komponen-komponen Spektrofotometer baik yang sinar tunggal (*single beam*) maupun sinar ganda (*double beam*) terdiri dari sumber radiasi, monokromator, tempat sampel, detektor yang dihubungkan dengan printer atau computer. Skema peralatan spektrofotometer UV-Vis seperti terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.8 Skema peralatan spektrofotometer UV-Vis

2.8.1 Sumber Cahaya

Sumber cahaya spektrofotometer dapat menggunakan radiasi sinar matahari, radiasi langit, atau sumber radiasi buatan. Radiasi yang diperoleh dari berbagai sumber radiasi adalah sinar polikromatis (banyak panjang gelombang).

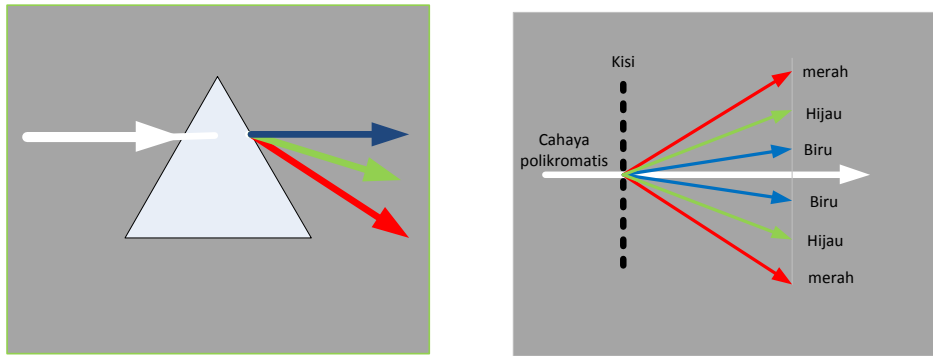
2.8.2 Monokromator

Monokromator berfungsi untuk mengurai sinar tersebut menjadi monokromatis sesuai yang diinginkan. Monokromator terbuat dari bahan optik yang berbentuk prisma atau menggunakan kisi difraksi.

Pada kisi difraksi terjadinya perubahan cahaya menjadi monokromatis dapat dilihat pada Gambar 2.9. Jika semakin banyak celah pada kisi dengan lebar sama, maka akan semakin tajam pola difraksi dihasilkan pada layar. Misalkan untuk setiap daerah selebar 1 cm terdapat $n = 2.000$ celah. Artinya, kisi tersebut terdiri atas 2.000 celah per cm. Jarak antar celah sama dengan tetapan kisi, yaitu

$$d = \frac{1}{n} = \frac{1}{2.000} = 5.10^{-4} \quad (2.8)$$

Pola difraksi maksimum pada layar akan tampak berupa garis-garis terang atau yang disebut dengan interferensi maksimum yang dihasilkan oleh dua celah. Jika beda lintasan yang dilewati cahaya datang dari dua celah yang berdekatan, maka interferensi maksimum terjadi ketika beda lintasan tersebut bernilai $0, \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$. Pola difraksi maksimum pada kisi menjadi seperti berikut.



Gambar 2.9 Penyebaran cahaya menggunakan prisma dan kisi difraksi

$$d \sin \theta = m\lambda \quad (2.9)$$

Dengan m = orde dari difraksi dan d = jarak antar celah atau tetapan kisi. Demikian pula untuk mendapatkan pola difraksi minimumnya, yaitu garis-garis gelap. Bentuk persamaannya sama dengan pola interferensi minimum dua celah yaitu:

$$d \sin \theta = (m + \frac{1}{2})\lambda \quad (2.10)$$

Jika pada difraksi digunakan cahaya putih atau cahaya polikromatik, pada layar akan tampak spectrum warna, dengan terang pusat berupa warna putih. Cahaya merah yang dihasilkan merupakan panjang gelombang terbesar dan cahaya ungu panjang gelombang terkecil, sehingga setiap orde difraksi menunjukkan spektrum warna tampak.

2.8.2 Tempat Sampel

Dalam bahasa sehari-hari tempat sampel (sel penyerap) dikenal dengan istilah kuvet. Kuvet ada yang berbentuk tabung (silinder) tapi ada juga yang berbentuk kotak. Syarat bahan yang dapat dijadikan kuvet adalah tidak menyerap sinar yang dilewatkan sebagai sumber radiasi dan tidak bereaksi dengan sampel dan

pelarut. Untuk sinar UV digunakan Quartz, sedangkan untuk sinar tampak dapat digunakan gelas biasa namun Quartz lebih baik.

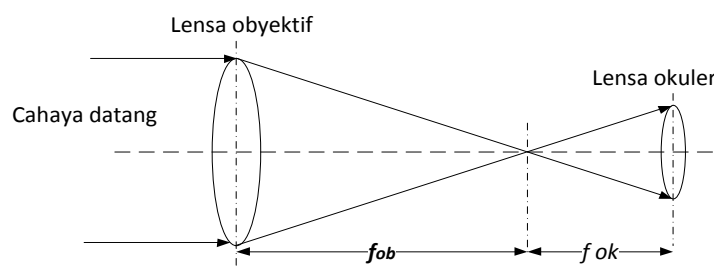
1.8.3 Detektor

Detektor berfungsi untuk mengubah tenaga radiasi menjadi arus listrik dan biasanya terintegrasi dengan pencatat atau printer. Tenaga cahaya yang diubah menjadi tenaga listrik yang digunakan adalah foto diode yang akan mencatat secara kuantitatif tenaga cahaya tersebut. Persyaratan detektor yang baik adalah sensitivitas tinggi, respon pendek, stabilitas lama dan sinyal elektronik mudah dikuatkan.

2.9 Teleskop

Teleskop digunakan untuk memperbesar benda-benda yang sangat jauh agar bisa terlihat lebih dekat dan jelas oleh mata kita. Teleskop berfungsi mengumpulkan cahaya sehingga nampak lebih terang. Semakin besar diameter teleskop benda-benda jauh yang kita lihat menjadi lebih terang dan jelas.

Teleskop terdiri dari dua lensa cembung yang berada pada ujung-ujung berlawanan dari tabung yang panjang, seperti diilustrasikan pada Gambar 2.10. Lensa objektif akan membentuk bayangan nyata dari benda yang jatuh pada bidang titik fokusnya. Lensa okuler memperbesar bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif untuk menghasilkan bayangan kedua yang jauh lebih besar. Lensa okuler dapat diatur sehingga bayangan yang dihasilkan berada pada tak berhingga. Kemudian bayangan nyata berada pada titik fokus dari okuler, dan jarak antara lensa objektif dengan lensa okuler adalah $d = f_{ob} + f'_{ok}$ untuk benda pada jarak tak berhingga.



Gambar 2.10 Teleskop bias

Perbesaran angular (daya perbesaran total) teleskop adalah:

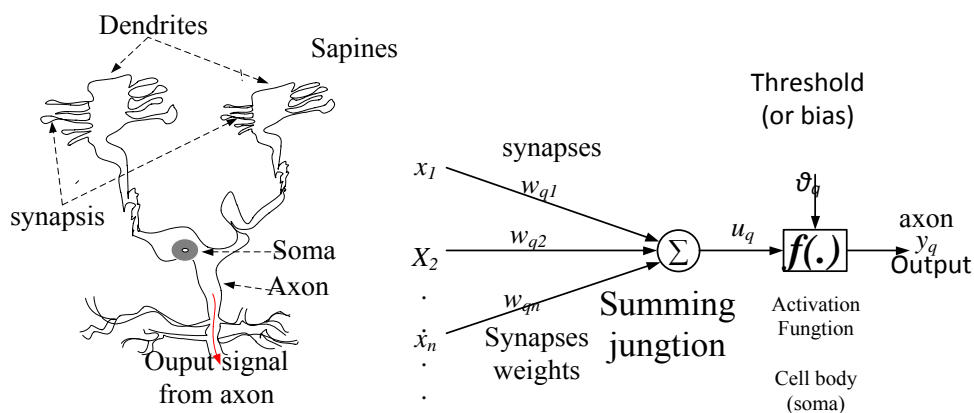
$$M = -\frac{f_{ob}}{f_{ok}} \quad (2.11)$$

Dari persamaan 2.11 tanda minus untuk menunjukkan bahwa bayangan yang terbentuk bersifat terbalik. Untuk mendapatkan perbesaran, lensa objektif harus memiliki panjang fokus yang besar dan okuler.

2.10 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

JST adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil (node) yang dimodelkan berdasarkan jaringan saraf manusia. Pada jaringan syaraf manusia setiap sel syaraf (neuron) memiliki satu inti yang dapat melakukan pemrosesan informasi yang diterima oleh dendrit. Informasi hasil olahan ini akan menjadi masukan bagi neuron lain melalui axon ke neuron akhir. Otak manusia memiliki kemampuan untuk belajar dan adaptasi terhadap rangsangan yang diterima. Susunan syaraf manusia dan JST ditunjukkan pada Gambar 2.11.

JST terdiri dari beberapa komponen utama yaitu neuron (node), dendrit (input), axon (output) dan synapsis (bobot). Neuron-neuron tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju ke neuron yang lainnya. Hubungan ini dikenal dengan nama bobot. Informasi masuk melalui lapis masukan lalu dikirim ke neuron dengan bobot tertentu dan dengan fungsi aktivasi.



Gambar 2.11 Susunan syaraf manusia dan JST

Proses perhitungan tiap neuron dalam JST dilakukan dengan komputasi dan akan mengirimkan nilai keluaran tiap-tiap neuron ke semua neuron yang berhubungan dengannya. Neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan yang disebut dengan lapisan neuron (*neuron layers*). Neuron-neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan sebelum dan sesudahnya kecuali lapisan masukan dan lapisan keluaran. Informasi yang diberikan pada JST akan dirambatkan dari lapisan masukan sampai ke keluaran melalui lapisan tersembunyi (*hidden layer*).

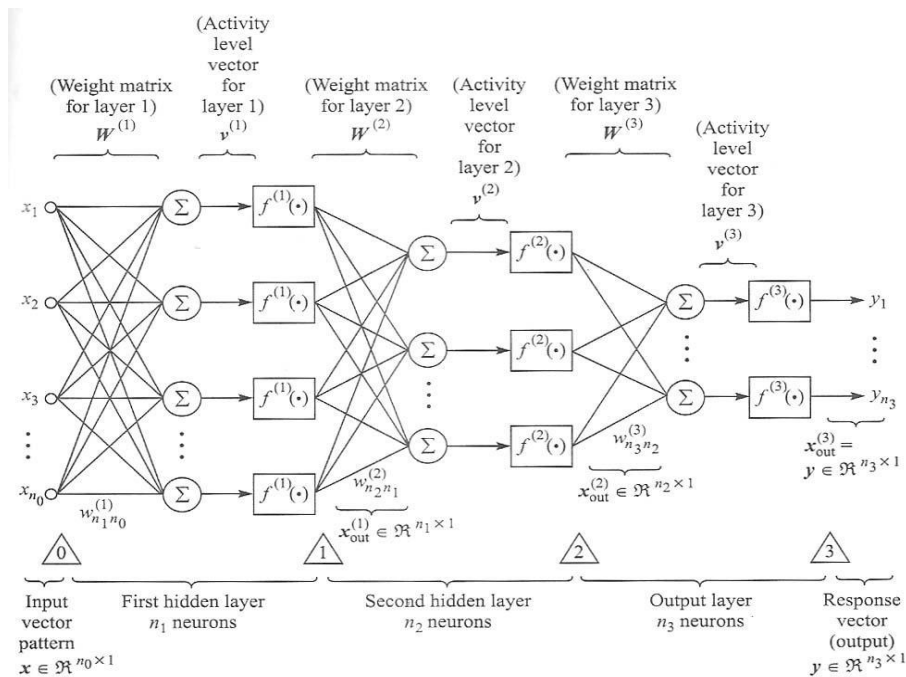
Untuk mengitung nilai dalam satu neuron dengan masukan x_i dimana nilai i adalah $(1,2,3,...,n)$ dan mempunyai bobot w , maka besarnya dapat dihitung menggunakan persamaan 2.12.

$$u_q = \sum_{i=1}^n w_{qi} * x_i$$

$$y_q = f(u_q, v) \quad (2.12)$$

2.10.1 Arsitektur JST

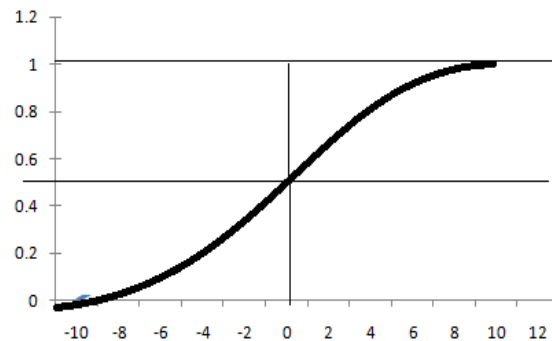
Ada beberapa arsitektur JST antara lain jaringan dengan lapisan tunggal (*single layer*) dan lapis banyak (*multilayer*). Jaringan lapis tunggal terdiri dari lapis masukan dan terhubung melalui bobot dengan keluaran. Jaringan ini hanya menerima masukan kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi keluaran tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Jaringan dengan lapis banyak memiliki satu atau lebih lapisan yang terletak diantara masukan dan keluaran. Pembelajaran pada jaringan ini lebih akurat dalam menyelesaikan masalah pengenalan pola. Arsitektur JST secara umum ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Arsitektur JST

2.10.2 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner

Fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf yang dilatih dengan menggunakan metode backpropagation. Fungsi sigmoid biner memiliki nilai pada range 0 sampai 1. Oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai output yang terletak pada interval 0 sampai 1. Fungsi sigmoid biner dan turunannya dirumuskan seperti pada persamaan 2.13 dan 2.14. Grafik fungsi sigmoid biner ditunjukkan seperti Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Fungsi aktivasi sigmoid biner

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2.13)$$

$$f'(x) = f(x)[1 - f(x)] \quad (2.14)$$

2.10.3 Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyi. Algoritma backpropagation menggunakan error *output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid. Blok diagram diagram pembelajaran backpropagation ditunjukkan pada Gambar 2.14.

Algoritma backpropagation :

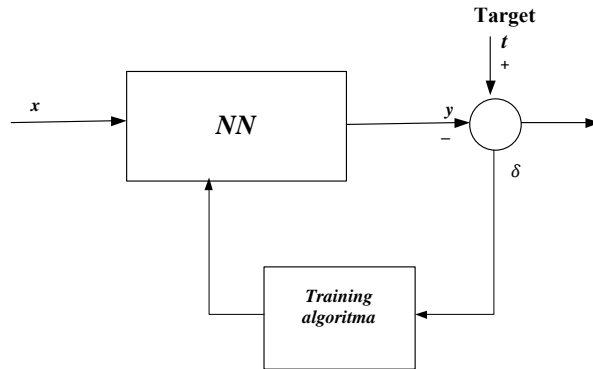
Masukkan bobot awal dengan nilai yang kecil secara random.

1. Perhitungan langkah maju dilakukan dengan menghitung keluaran tiap neuron pada lapis tersembunyi z yang mendapatkan masukan x dan mempunyai bias v_0 dan bobot v serta menghitung nilai aktivasi. Menggunakan persamaan (2.15). Hasil perhitungan di kirimkan pada setiap neuron pada lapis diatasnya sampai pada neuron keluaran.

$$z = f(vx + v_0) \quad (2.15)$$

Tiap-tiap neuron keluaran y mendapat masukan dari lapisan tersembunyi z dan mempunyai bias w_0 bobot w serta menghitung nilai aktivasinya dengan persamaan (2.16).

$$y = f(wz + w_0) \quad (2.16)$$



Gambar 2.14. Blok diagram pembelajaran backpropagation

2. Perhitungan langkah mundur.

Perhitungan mundur bertujuan untuk memperbaiki bobot dilakukan pada proses latih. Tiap-tiap neuron keluaran (y) dibandingkan dengan nilai target (t) akan diperoleh nilai error (δ) yang diumpankan ke lapis dibawahnya dengan persamaan 2.18.

$$\delta = (t - y)f'(z) \quad (2.17)$$

$$\delta = (t - y)(f(z)[1 - f(z)]) \quad (2.18)$$

Hitung koreksi bobot yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai bobot pada lapisan dibawahnya (z), dengan persamaan 2.19.

$$\Delta w = \alpha * \delta * z \quad (2.19)$$

Hitung koreksi bias yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki bias (w_0), dengan persamaan 2.20.

$$\Delta w_0 = \alpha * \delta \quad (2.20)$$

Kirimkan δ pada tiap neuron dibawahnya. Tiap-tiap neuron tersembunyi menjumlahkan error dari lapisan diatasnya dan mengalikan dengan fungsi

aktifasi turunan untuk mencari *error* pada lapis tersembunyi δ_z dengan menggunakan persamaan 2.21.

$$\delta_z = \sum \delta * w (f(x)[1 - f(x)]) \quad (2.21)$$

Hitung koreksi bobot yang nantinya digunakan untuk memperbaiki nilai bobot antara lapisan tersembunyi dan lapisan masukan (v), dengan persamaan 2.22.

$$\Delta v = \alpha * \delta_z * x \quad (2.22)$$

Hitung koreksi bias yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki bias (v_0) dengan persamaan 2.23.

$$\Delta v_0 = \alpha * \delta_z \quad (2.23)$$

Tiap neuron keluaran y memperbaiki bias dan nilai bobotnya dengan persamaan 2.24 dan 2.25.

$$w_{0_{baru}} = w_{0_{lama}} + \Delta w_0 \quad (2.24)$$

$$w_{baru} = w_{lama} + \Delta w \quad (2.25)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi memperbaiki bias dan bobotnya (v) dengan persamaan 2.26 dan 2.27.

$$v_{0_{baru}} = v_{0_{lama}} + \Delta v_0 \quad (2.26)$$

$$v_{baru} = v_{lama} + \Delta v \quad (2.27)$$

-----Sengaja dikosongkan-----

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

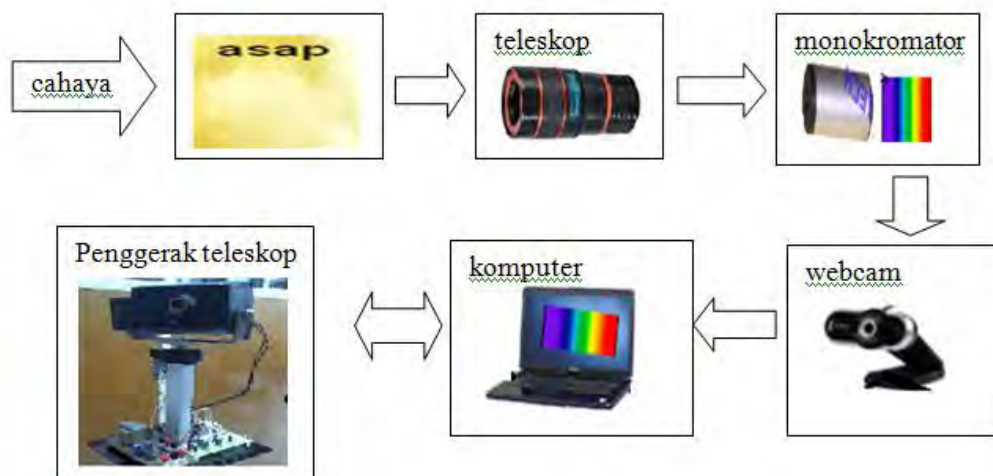
Penelitian dilakukan dengan perancangan sistim dan pembuatan alat beserta program komputer yang bertujuan untuk dapat mengidentifikasi jenis asap menggunakan metode spektrofotometri. Diagram blok dari sistem identifikasi jenis asap seperti terlihat pada Gambar 3.1.

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan untuk membuat spektrofotometer dan penggerak yang berfungsi untuk mengarahkan obyek yang akan diamati.

3.1.1 Perancangan Intrumen Spektrofotometer

Perancangan intrumen spektrofotometer yang terdiri dari teleskop, monokromator (defraksi) dan kamera. Teleskop yang digunakan adalah jenis teleskop kamera dengan zoom 8 kali. Dalam posisi normal teleskop ini dapat melihat 8 kali lebih dekat dan lebih jelas. Memiliki ring fokus yang dapat diatur jarak minimum fokus 3 meter, sudut pandang 16° , diameter lensa 18 mm, dimensi 34 mm x 72 mm. Teleskop yang digunakan seperti terlihat Gambar 3.2.



Gambar 3.1. Diagram blok sistem identifikasi jenis asap



Gambar 3.2. Teleskop zoom 8 kali

Monokromator yang digunakan adalah jenis grating spektroskop dengan diameter lensa 1,5 cm. Fungsinya untuk mengubah cahaya polikromatis menjadi cahaya monokromatis pada panjang gelombang cahaya tampak antara 350 - 750 nano meter. Dari monokromator yang digunakan dapat menghasilkan spektrum cahaya tampak yang dapat dilihat dengan kamera seperti terlihat pada gambar 3.3.

Kamera yang digunakan adalah webcam dengan ukuran 16 mega piksel. Sensor gambar yang digunakan 1/6" CMOS, 640×480 piksel, frame rate 30 fps @ 160x120, 320x240, 640x480. Lensa $F = 2,4$, $f = 3,5$ mm. Webcam ini berfungsi untuk mengambil gambar dari monokromator dan terhubung dengan komputer menggunakan USB serial. Webcam yang kedua berfungsi untuk melihat obyek yang ditangkap oleh teleskop. Kamera yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.3. Monokromator dan spektrum yang dilihat dengan kamera



(a)



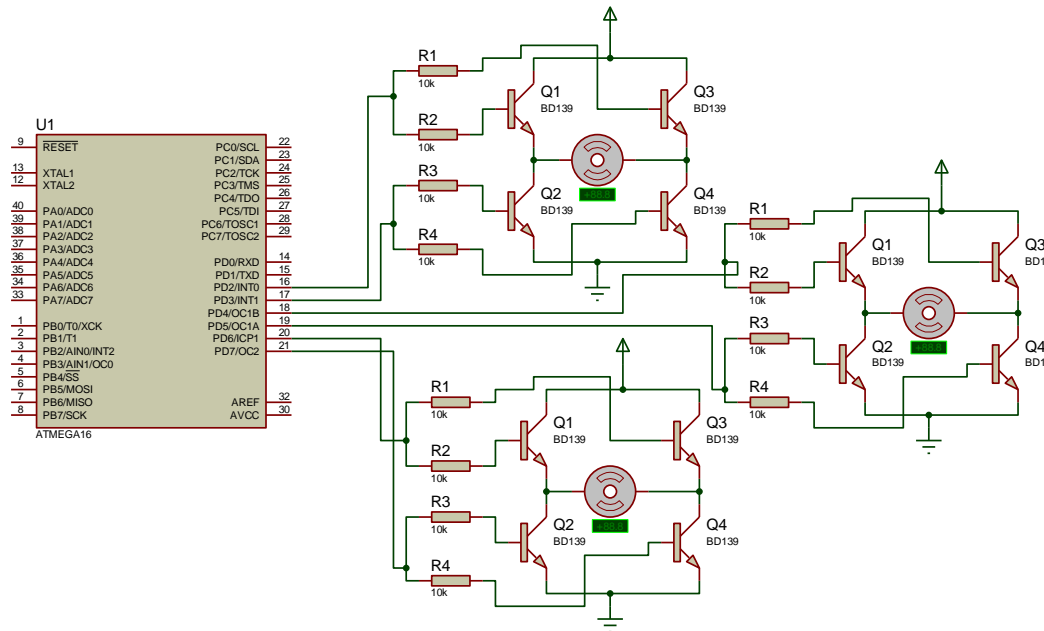
(b)

Gambar 3.4. (a) webcam 16 Megapiksel untuk mengambil spektrum
(b) webcam untuk mengambil gambar dari teleskop

Dari komponen tersebut diatas disusun dalam sebuah kotak hitam, dan diletakan pada tempat penggerak. Penggerak berfungsi untuk mengarahkan teleskop ke sampel. Penggerak dirancang supaya teleskop dapat bergerak secara vertikal dan horizontal untuk mempermudah dalam pengambilan data. Komponen dalam kotak dibuat mekanik yang berfungsi untuk memilih webcam yang akan diaktifkan. Perancangan perangkat spektrofotometer keseluruhan seperti terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Perangkat spektrofotometer
(a) teleskop, (b) Webcam1 merekam citra dari spektrum,
(c) webcam2 melihat dan membidik ke sampel, (d) monokromator.



Gambar 3.6 Rangkaian penggerak motor

3.1.2 Perancangan Penggerak Teleskop

Mekanik penggerak dirancang untuk bergerak vertical dan horizontal, yang dapat dijalankan dengan komputer. Mekanik ini menggunakan dua motor dc. Motor tersebut di hubungkan dengan mikrokontroler ATmega16 yang terhubung serial dengan komputer. Rangkaian penggerak motor seperti terlihat pada gambar 3.6.

Listing program mikro kontroler menggunakan software CodeVision.

```
j=8;
i=j;
while (1)
{
    // Place your code here
    switch(getchar()){
        case 'q': tempChar=1;break;
        case 'w': tempChar=2;break;
        case 'e': tempChar=4;break;
        case 'r': tempChar=8;break;
        case 't': tempChar=16;break;
        case 'y': tempChar=32;break;
        case 'u': tempChar=64;break;
        case 'i': tempChar=128;break;
        case 'x': tempChar=0;break;
        case '0': j=0;i=j;break;
    }
}
```

```

        case '1': j=1;i=j;break;
        case '2': j=2;i=j;break;
        case '3': j=3;i=j;break;
        case '4': j=4;i=j;break;
        case '5': j=5;i=j;break;
        case '6': j=6;i=j;break;
        case '7': j=7;i=j;break;
        case '8': j=8;i=j;break;
        case '9': j=9;i=j;break;
    }
}
}

```

Mikrokontroler terhubung serial dengan komputer, dan untuk mengoperasikan menggunakan program Delphi 7 dibuat listing program seperti berikut ini:

```

procedure TForm1.ConnectClick(Sender: TObject);
begin
    if(Connect.Caption='Connect') then
    begin
        cmprt1.Connected:=True;
        Connect.Caption:='Disconnect';
    end
    else
    begin
        cmprt1.Connected:=False;
        Connect.Caption:='Connect';
    end;
end;

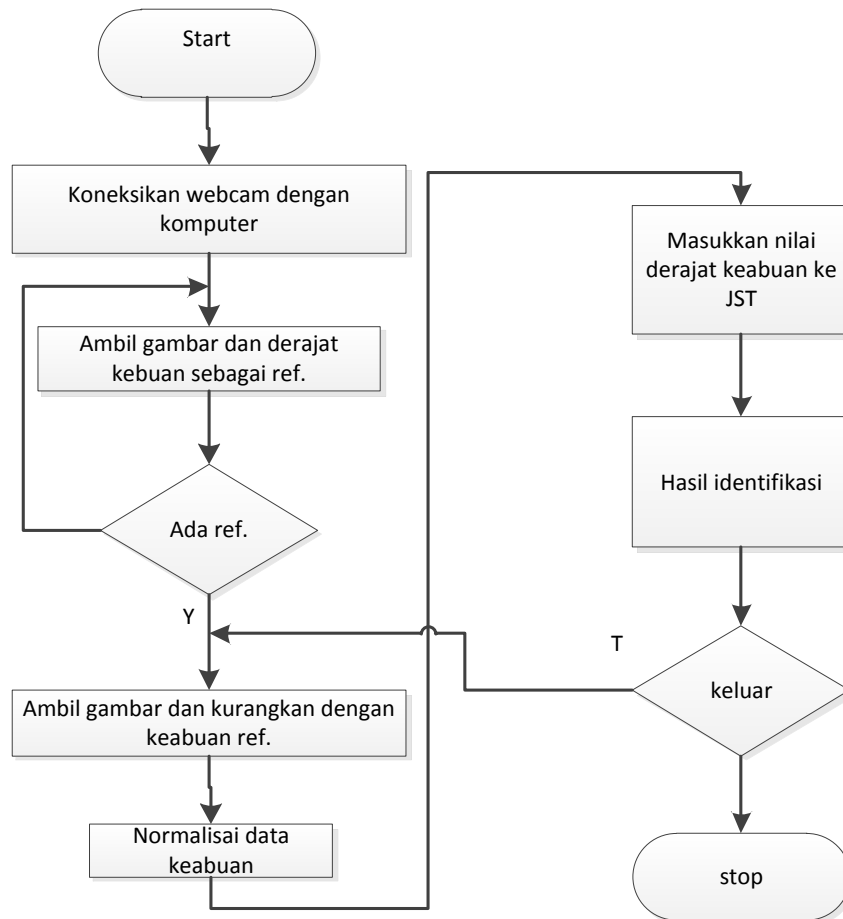
```

3.2 Perancangan dan pembuatan program

Program dirancang menggunakan borland Delphi 7 dan pembuatan program untuk identifikasi jenis asap sebagai berikut:

1. Koneksikan program dengan kamera
2. Ambil gambar dan derajat keabuan dan menyimpan sebagai referensi.
3. Mengambil data serapan cahaya (Mengurangkan gambar referensi dengan gambar baru).
4. Menghitung normalisasi.
5. Pemrograman JST.
6. Menampilkan hasil identifikasi.

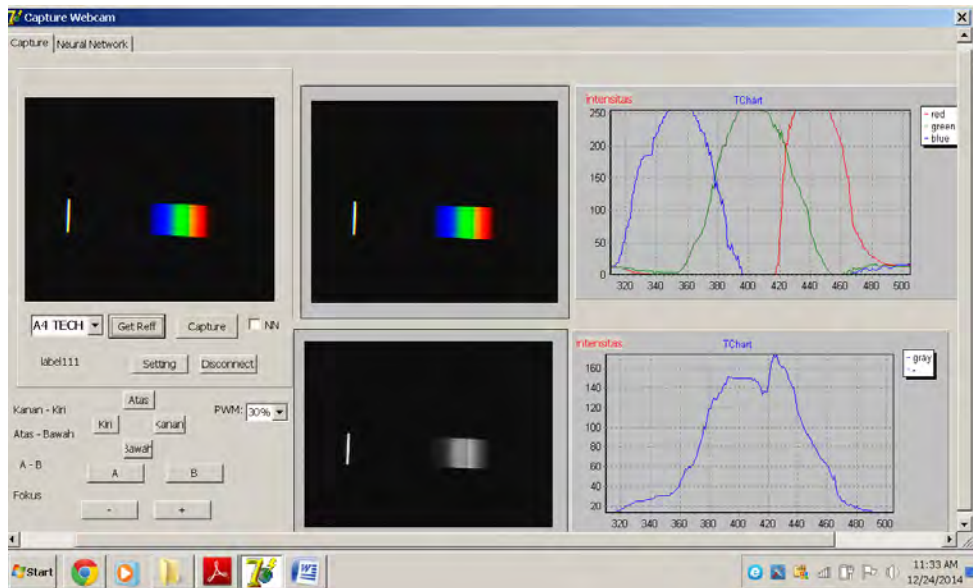
Diagram alir seperti terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram alir untuk identifikasi jenis asap.

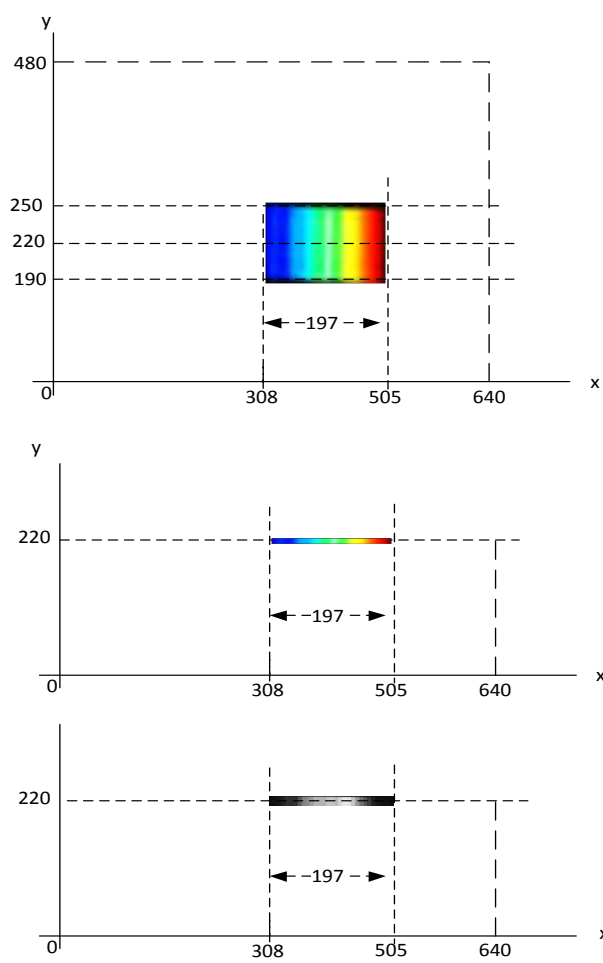
3.2.1 Menampilkan Gambar dan Mengambil Nilai Derajat Keabuan

Program Delphi untuk menampilkan program gambar dari kamera menggunakan komponen DSPACK 234. Komponen ComboBox Terlebih dulu dimasukkan pada komponen Standard kedalam FORM dengan pengaturan mengosongkan text-nya pada properties. Masukan image pada komponen Additional dengan pengaturan merubah stretch menjadi TRUE pada properties. Deklarasikan sebuah variable global CapEnum: TSysDevEnum. Tampilan program untuk idenstifikasi asap ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Tampilan program untuk identifikasi asap

Format gambar yang dihasilkan dari Delphi berukuran tinggi 460 dan lebar 640 piksel. Karena gambar spektrum yang dihasilkan monokromator kecil maka kamera dalam menangkap gambar tidak bisa memenuhi seluruh bingkai gambar. Ukuran dari gambar spektrum dengan ukuran lebar antara 308 – 505 dan tinggi antara 190 – 250 dari bingkai. Posisi tengah dalam arah vertikal adalah 220. Gambar yang dihasilkan mempunyai intensitas sama dalam posisi tinggi atau searah sumbu pasisi y, untuk itu diambil pada posisi tengahnya yaitu pada garis 220. Nilai derajat keabuan yang diambil adalah intensitas tiap piksel dalam satu garis horizontal tersebut dan lebar antara 308–505. Data yang didapat adalah 197 piksel. Spektrum yang ditangkap kamera dan penambilan intensitas keabuan dapat dilihat seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Spektrum yang ditangkap kamera dan pengambilan intensitas keabuan

3.2.2 Mengurangkan Gambar Referensi Dengan Gambar Baru

Jumlah data yang diperoleh disimpan dalam file format excel. Data referensi diambil pada saat pertama pengambilan data. Pada pengambilan berikutnya data referensi akan langsung dikurangkan dengan data sekarang. Data ini adalah data serapan yang akan diolah dan diamati untuk proses identifikasi. Data ini dinormalisasi dan dijadikan masukan dalam JST.

3.2.2 Perhitungan Normalisasi Derajat Keabuan

Tahapan selanjutnya setelah mendapatkan data dilakukan perhitungan normalisasi dari data tersebut. Metode yang digunakan ialah membagi tiap-tiap data dengan data maksimal dari keseluruhan. Hasil dari proses normalisasi adalah bilangan yang berkisar antara 0 dan 1. Perhitungan normalisasi dengan menggunakan persamaan 3.1

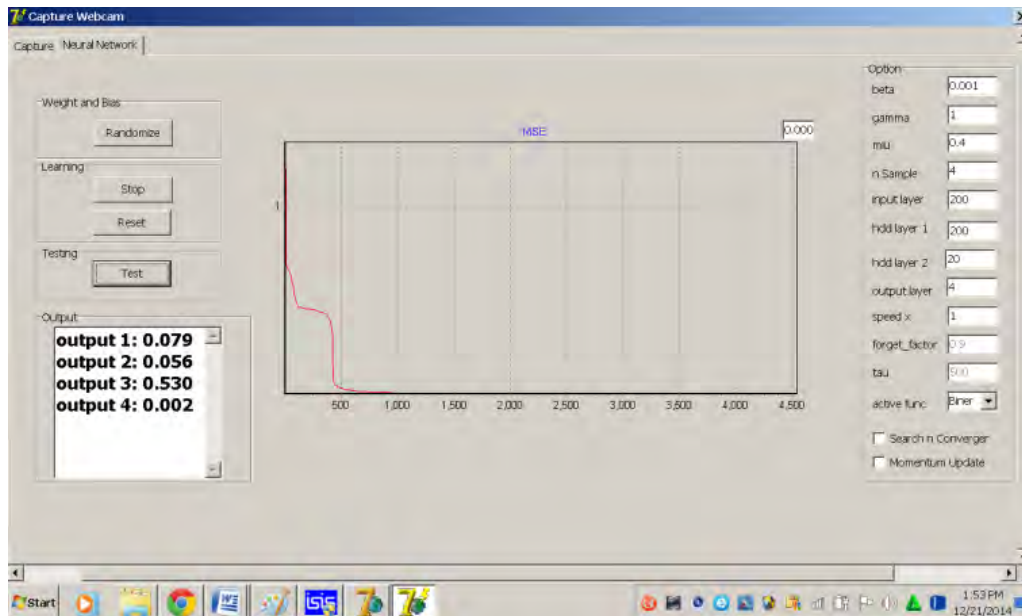
$$A'_i = \frac{A_i}{A_{\max}} \quad (3.1)$$

A_i merupakan bilangan ke- i dan A_{\max} merupakan bilangan maksimum dalam suatu N bilangan masukan serta A'_i merupakan bilangan baru ke i yang telah dilakukan proses normalisasi.

3.3 Program JST

Nilai-nilai derajat keabuan yang ternormalisasi yang merupakan besaran atau fungsi yang tidak linier. Misalkan untuk pola dari spektrum asap belerang, dihasilkan kurva yang tidak sama persis tetapi mempunyai kemiripan. Dan dari banyaknya masukan juga sangat berpengaruh pada kurva yang dihasilkan.

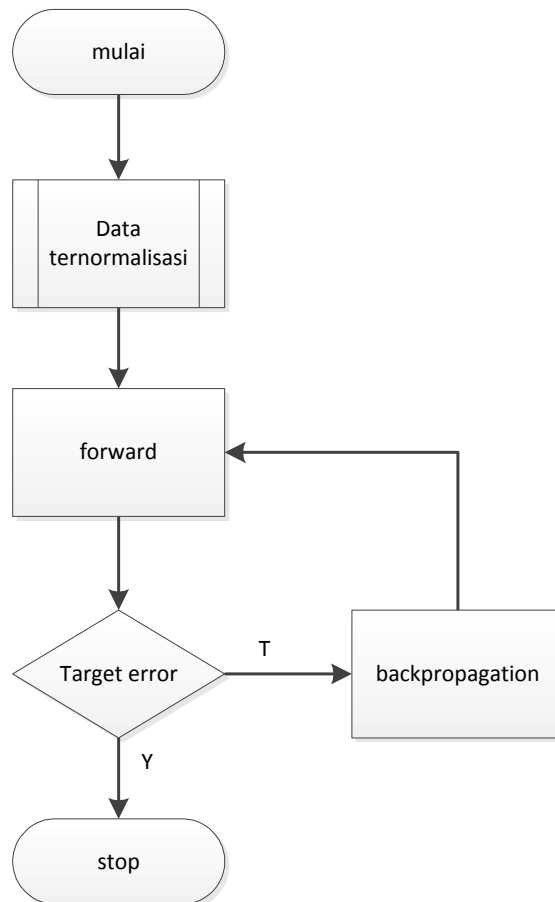
Nilai derajat keabuan yang ternormalisasi yang telah didapatkan pada proses sebelumnya kemudian dijadikan nilai masukan pada JST untuk proses pelatihan agar selanjutnya dapat dilakukan proses identifikasi. Masukan JST berjumlah 197 berdasarkan pada pengambilan sampel gambar. Banyaknya lapis tersembunyi adalah 150 dan 40 neuron. Tampilan dari program JST seperti terlihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Tampilan program JST

Metode yang digunakan adalah Backpropagation. Metode ini menggunakan algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat error dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan output dan target yang diinginkan.

Cara untuk menginisialisasi bobot, yaitu inisialisasi secara random dan inisialisasi. Inisialisasi acak merupakan cara yang paling sering digunakan dalam inisialisasi bobot. Pada inisialisasi bobot secara random, bobot diinisialisasi secara acak tanpa menggunakan faktor skala, sedangkan pada inisialisasi Nguyen-Widrow, inisialisasi dilakukan dengan memodifikasi inisialisasi acak dengan menggunakan faktor skala β dengan tujuan untuk mempercepat proses pelatihan. Algoritma pada proses feed forward dimulai dengan memasukan nilai x lalu mengirimkannya ke semua neuron di atasnya. Setiap neuron akan menghitung semua sinyal input yang dikalikan dengan bobotnya. Persamaan sigmoid diperlukan untuk menghasilkan fungsi aktivasi setiap neuron.



Gambar 3.11 Diagram alir JST

3.4 Pengambilan dan Analisa Data

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan beberapa sampel berupa belerang, oli, daun kering yang dibakar sedemikian rupa sehingga menghasilkan asap. Jarak antara asap dengan teleskop 3 meter. Teleskop diarahkan ke sampel asap sehingga dapat menerima berkas cahaya yang melalui asap tersebut. Data yang diambil adalah spektrum cahaya yang melalui asap (I_t) dan berkas cahaya langsung tanpa melalui asap (I_0). Besarnya serapan adalah selisih antara I_0 dan I_t . Besarnya transmitansi. Data serapan tersebut digunakan untuk menganalisa dan mengidentifikasi karakteristik dari tiap-tiap sampel.

-----sengaja dikosongkan-----

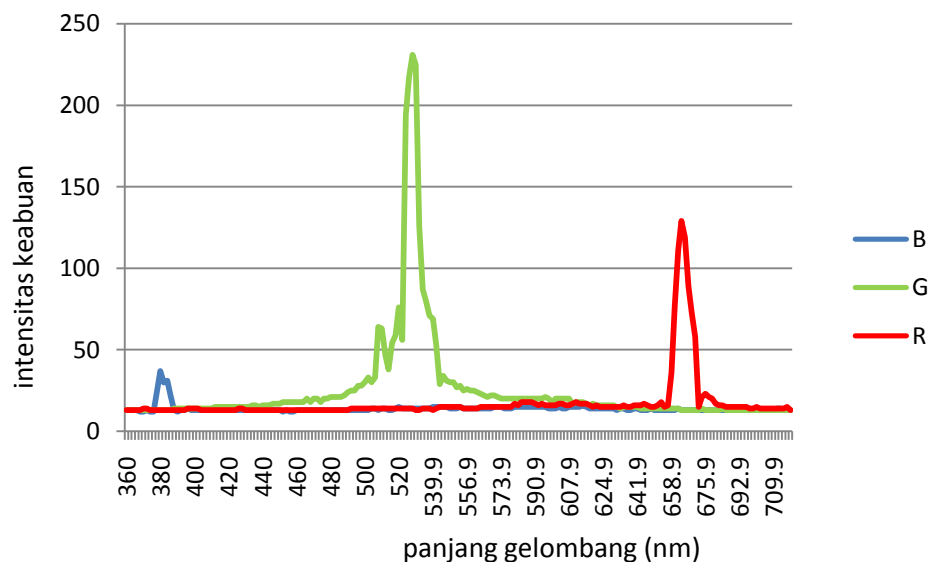
BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

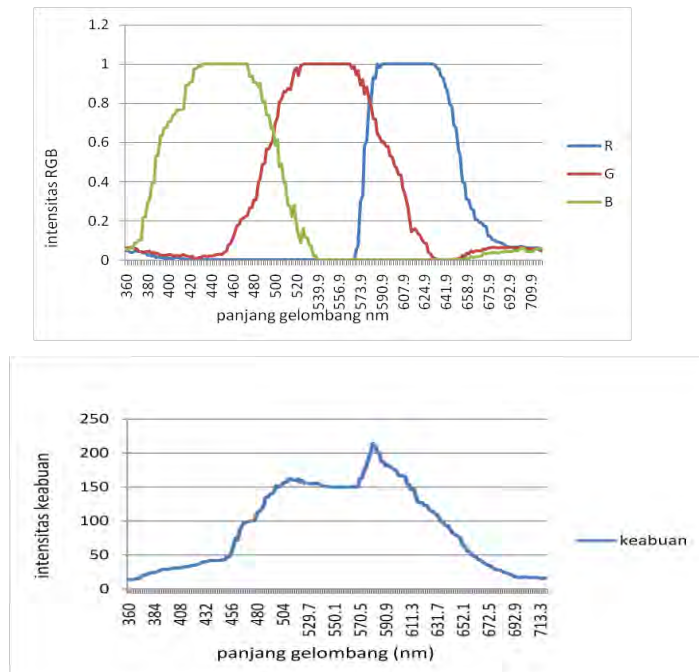
4.1 Pengujian Monokromator

Pengujian monokromator dilakukan untuk mengetahui spektrum cahaya tampak yang dihasilkan. Spektrum cahaya yang dihasilkan dapat ditampilkan dalam bentuk kurva nilai derajat keabuan. Dengan menggunakan computer, tiap-tiap piksel gambar dapat dilihat besarnya nilai derajat keabuan. Pola dari kurva derajat keabuan tersebut digunakan untuk menganalisa serapan tiap-tiap panjang gelombang.

Pengujian monokromator dilakukan dengan menggunakan laser warna ungu, hijau dan merah, masing-masing mempunyai panjang gelombang 380, 528 dan 666 nano meter. Dari panjang gelombang tersebut dijadikan acuan untuk memberikan skala panjang gelombang yang dihasilkan monokromator. Spektrum dari ketiga sinar laser ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Spektrum sinar laser 380, 528 dan 666 nm



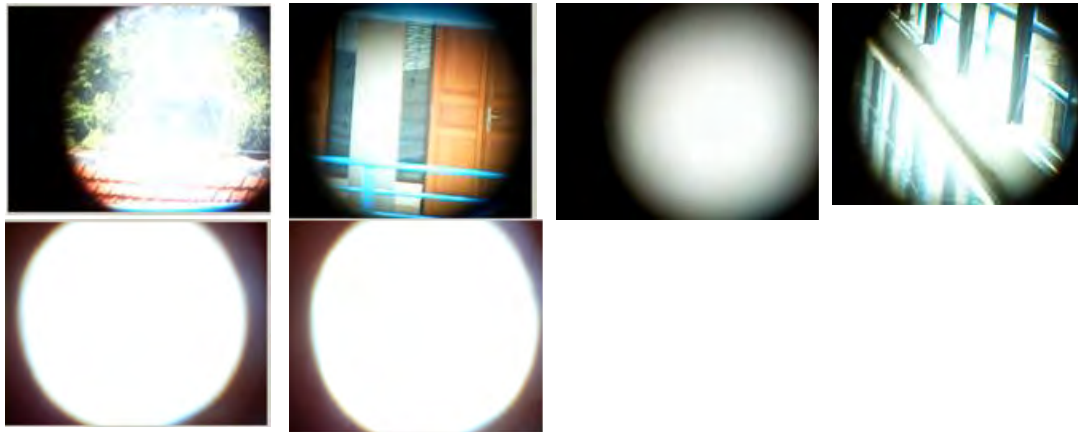
Gambar 4.2 Kurva RGB dan derajat keabuan

Pengujian monokromator dengan cahaya lampu pijar dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2.

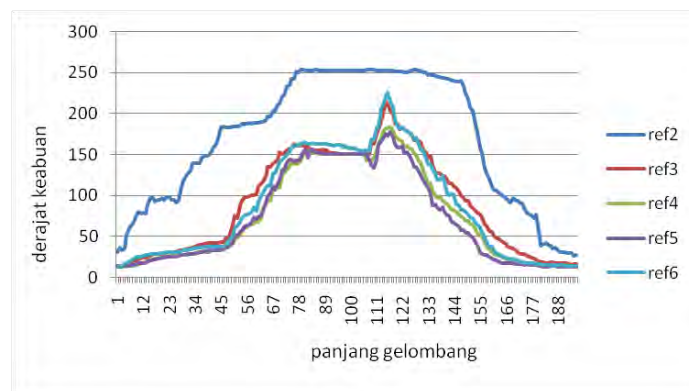
4.2 Pengujian Sumber Cahaya

Pengujian sumbar cahaya dilakukan untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya dari sinar matahari yang terhambur di langit biru atau yang dipantulkan pada benda disekitar kita. Pengujian ini dilakukan dengan mengarahkan teleskop ke sumber cahaya dan melihat kurva derajat keabuan. Pengambilan gambar seperti terlihat pada Gambar 4.3.

Spektrum cahaya dari beberapa sumber di atas apabila dilihat dari kurva derajat keabuan, masing-masing sumbar cahaya menghasikan kurva yang berbeda. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4. Oleh karena itu dalam pengambilan data sumber cahaya yang digunakan sebagai referensi harus sama atau tetap.



Gambar 4.3 Sumber cahaya yang dilihat menggunakan teleskop



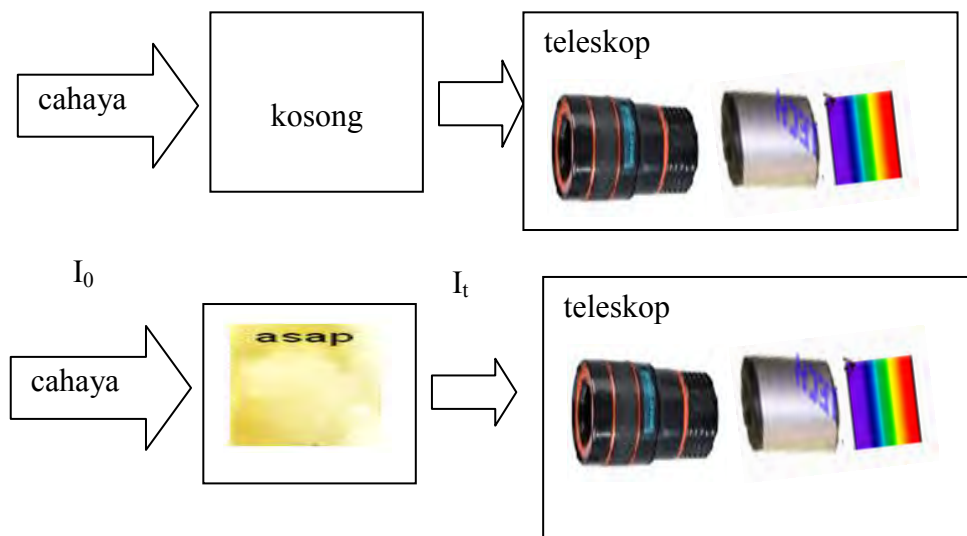
Gambar 4.4 Kurva derajat keabuan dari sumber cahaya

4.3 Pengujian serapan cahaya

Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa sampel berupa belerang, oli, daun kering yang dibakar sedemikian rupa sehingga menghasikan asap. Sepektrofotometer diarahkan ke sampel asap sehingga dapat menerima berkas cahaya yang melalui asap tersebut. Data yang diambil adalah spektrum cahaya yang melalui asap (I_t) dan berkas cahaya langsung tanpa melalui asap (I_0). Besarnya serapan adalah selisih antara I_0 dan I_t . Besarnya transmitansi dinyatakan dalam persen :

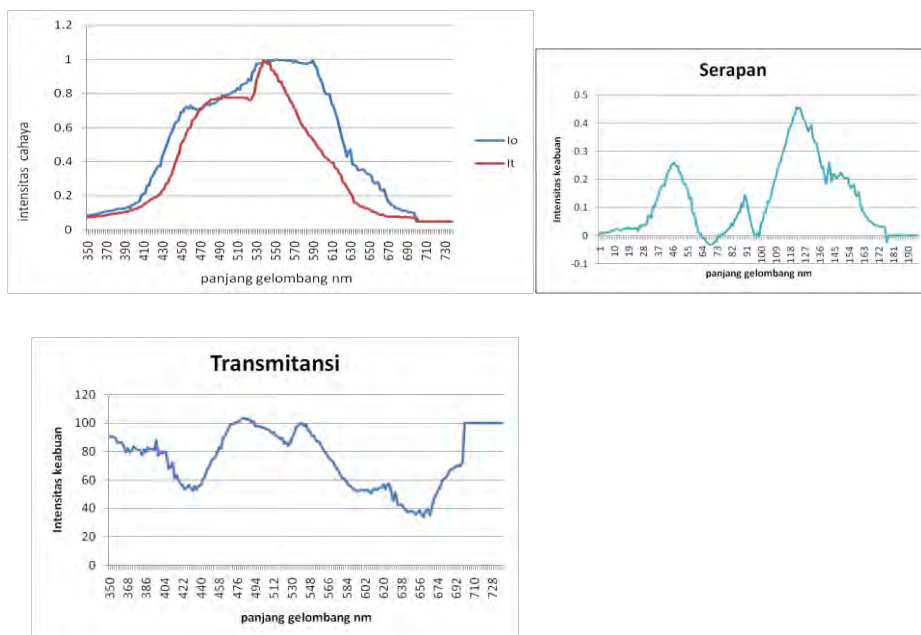
$$\text{Serapan} = I_0 - I_t.$$

$$\text{Transmitansi} : \%T = I_t/I_0 \times 100\%$$



Gambar 4.5 Pengambilan data Intensitas I_0 dan I_t

Data yang diambil dan ditampilkan dalam bentuk kurva dari I_0 , I_t serapan dan transmitansi seperti terlihat ada Gambar 4.5. Untuk mengidentifikasi jenis asap oleh penulis mengambil acuan pada kurva dari selisih antara cahaya yang diteruskan I_t dan cahaya yang datang sebelum mengenai sampel I_0 . Kurva dari I_0 , I_t , serapan dan transmitansi ditunjukkan pada gambar 4.6.

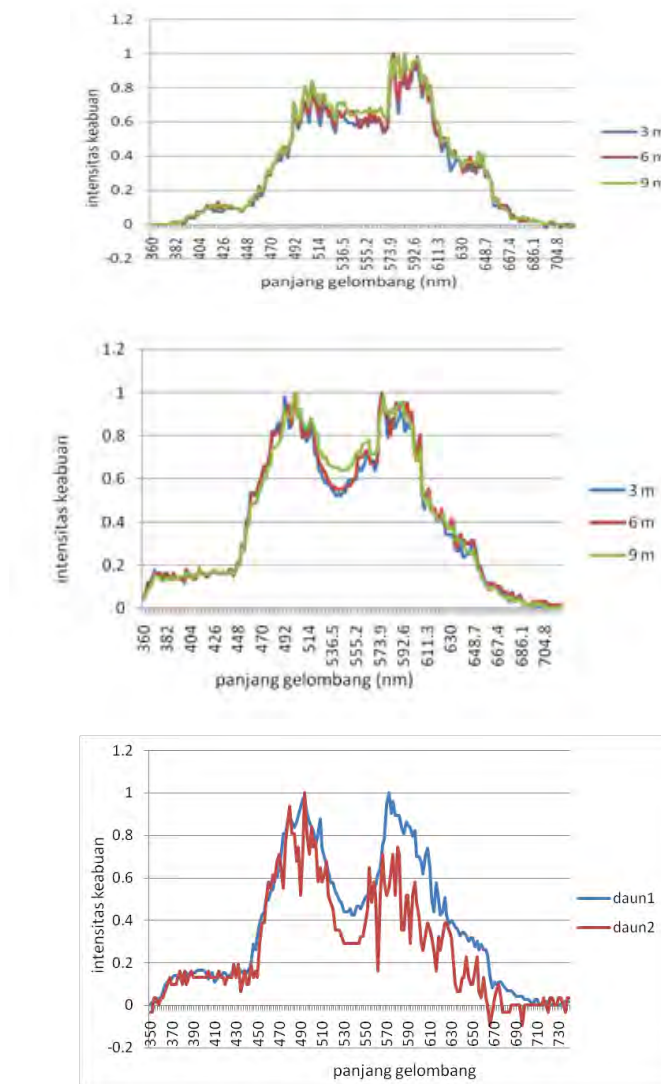


Gambar 4.6 Kurva dari I_0 , I_t , serapan dan transmitansi

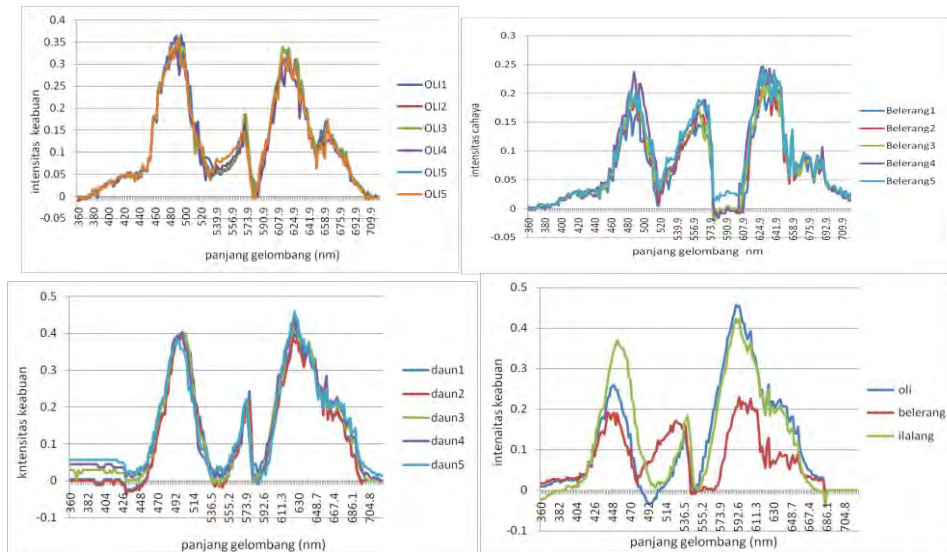
4.4 Pengambilan Data.

Pengambilan data dengan jarak antara teleskop dan sampel adalah 3, 6 dan 9 meter. Dari kedua sampel yang diujikan terlihat bahwa pengambilan untuk jarak 3 dan 6 meter, kurva yang dihasilkan berhimpit hampir sama. Tapi untuk jarak 9 meter perbedaan semakin terlihat. Gambar kurva pengambilan spektrum untuk jarak yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 4.7.

Pengambilan data dilakukan dengan meletakkan sampel asap pada jarak 3 meter dari teleskop. Data yang diambil tiap-tiap sampel sebanyak lima kali dan hasilnya ditunjukkan dalam bentuk kurva derajat keabuan ternormalisasi, seperti terlihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Kurva derajat keabuan pada jarak yang berbeda



Gambar 4.8 Kurva derajat keabuan dari asap pembakaran oli, belerang dan daun kering

Dari ketiga kurva yang dihasilkan jika digunakan nilai rata-rata dan diamati maka akan terlihat kurva yang berbeda, masing-masing mempunyai perbedaan penyerapan pada panjang gelombang tertentu. Jika dibandingkan antara asap oli dengan daun kering, asap daun kering menyerap lebih besar pada panjang gelombang antara 422-494 nm, dan pada panjang antara 494-780 nm besarnya serapan terlihat hampir sama. Jika asap oli dibandingkan dengan belerang, perbedaan terlihat antara panjang gelombang 470-518nm belerang dalam menyerap panjang gelombang lebih kuat, sedangkan antara 542-680 nm, belerang menyerap lebih rendah.

4.5 Pengujian Sistim Keseluruhan

Data serapan ternormalisasi yang diperoleh sebagai masukan dalam JST untuk poses pembelajaran dan data testing JST. Topologi yang digunakan dalam JST 2 layer tersembunyi, yang masing-masing memiliki 200 *node layer* pertama dan 40 *node layer* kedua. Sedangkan output layer terluarnya untuk sistem identifikasi gas memiliki 4 keluaran. Nilai-nilai derajat keabuan yang

ternormalisasi yang telah didapatkan pada proses sebelumnya kemudian dijadikan nilai masukan pada JST untuk ditraining agar selanjutnya dapat dilakukan proses identifikasi. Data spektrum rata-rata dari masing-masing sampel digunakan sebagai data masukan untuk training. Pada proses pembelajaran iterasi yang dilakukan sebanyak 900 kali. Nilai rata-rata kuadrat error yang terjadi antara output jaringan dan target 0,0001. Hasil pengujian untuk sampel asap pembakaran oli, belerang dan daun kering ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data training dan hasil testing asap pembakaran oli, belerang dan daun kering.

Oli		Hasil testing									
Output	Target	Oli1	Oli2	Oli3	Oli4	Oli5	Oli6	Oli1	Oli2	Oli3	Oli4
O1	1	0.030	0,980	0,980	0,980	0,980	0.030	0.030	0,980	0,980	0,980
O2	0	0,980	0.002	0,009	0.007	0.016	0,980	0,980	0.002	0,009	0.007
O3	0	0,023	0.015	0,018	0,029	0.017	0,023	0,023	0.015	0,018	0,029
O4	0	0,002	0,017	0,001	0.001	0,001	0,002	0,002	0,017	0,001	0.001
		Salah	Benar	Benar	Benar	Benar	Salah	Salah	Benar	benar	benar
Belerang											
Output	Target	Blrg.1	Blrg.2	Blrg.3	Blrg.4	Blrg.5	Blrg.6	Blrg.7	Blrg.8	Blrg.9	Blrg.10
O1	0	0,014	0,014	0,970	0,014	0,020	0.004	0,014	0,014	0,970	0,014
O2	0	0,023	0,020	0,014	0,023	0,021	0,001	0,023	0,020	0,014	0,023
O3	1	0,970	0,980	0,570	0,970	0,970	0,970	0,970	0,980	0,570	0,970
O4	0	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,001
		Benar	Benar	Salah	Benar	Benar	Benar	Benar	Benar	Salah	Benar
Dau kering											
Output	Target	Daun1	Daun2	Daun3	Daun4	Daun5	Daun6	Daun7	Daun8	Daun9	Daun10
O1	0	0,020	0,016	0,018	0,030	0,019	0,017	0,020	0,016	0,020	0,016
O2	1	0,021	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,021	0,980	0,021	0,980
O3	0	0,970	0,017	0,020	0,023	0,011	0,015	0,970	0,017	0,970	0,017
O4	0	0.001	0,001	0,002	0,002	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
		Salah	Benar	Benar	Benar	Benar	Benar	Salah	Benar	Salah	Benar

-----Halaman ini sengaja dikosongkan -----

BAB 5

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat sebuah sistem identifikasi gas atau asap di udara menggunakan spektrofotometer yang mana sumber cahaya yang digunakan adalah cahaya matahari. Spektrum cahaya yang telah terserap oleh gas atau asap ditangkap menggunakan teleskop, lalu diuraikan menggunakan monokromator menghasilkan kurva tingkat keabuan yang mewakili serapan setiap panjang gelombang cahaya dengan kisaran 360 – 710 nm. Sampel yang digunakan adalah asap pembakaran oli, belerang dan daun kering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spektrum masing-masing sampel mempunyai pola yang berbeda dan konsisten pada perubahan jarak antara 3 - 9 meter. Asap oli lebih kuat menyerap cahaya pada panjang gelombang pada titik antara 400-480 nm dan 610-662 nm. Spektrum daun kering dan belerang hampir sama, namun belerang lebih tinggi serapannya pada panjang gelombang antara 506-584 nm. Kurva setiap sampel dianalisa dan dikenali jenis asapnya menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan algoritma pelatihan backpropagation. Pada proses pembelajaran JST ini memerlukan iterasi sebanyak 900 epoch. Setelah dilakukan pengujian, sistim ini dapat mengenali setiap jenis sampel dengan rata-rata tingkat keberhasilan 73 %.

Untuk pengembangan dalam penelitian ini dapat digunakan teleskop yang mempunyai penguatan yang lebih besar sehingga dapat menjangkau jarak asap yang lebih jauh. Sistim ini diharapkan dapat digunakan untuk mengamati dan menganalisa asap gunung berapi (terutama kandungan belerang) dari jarak jauh sehingga secara dini dapat diketahui tingkat aktivitas gunung tersebut.

LAMPIRAN

Listing program

```
unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
  Forms,
  Dialogs, DirectShow9, DsUtil, DSPack, ExtCtrls, StdCtrls, Menus,
  ExtDlgs, DB,
  ADODB, TeEngine, Series, TeeProcs, Chart, Jpeg, Buttons, ComObj,
  math,
  ComCtrls, CPort;

type
  TForm1 = class(TForm)
    pgc1: TPageControl;
    ts1: TTabSheet;
    ts2: TTabSheet;
    Panel1: TPanel;
    VideoWindow1: TVideoWindow;
    Shape1: TShape;
    shp1: TShape;
    Image1: TImage;
    img1: TImage;
    cht2: TChart;
    lbl2: TLabel;
    Label1: TLabel;
    lbl1: TLabel;
    InsrsSeries4: TLineSeries;
    InsrsSeries5: TLineSeries;
    InsrsSeries6: TLineSeries;
    cht1: TChart;
    pixel: TLabel;
    intensitas: TLabel;
    InsrsSeries3: TLineSeries;
    Series1: TLineSeries;
    SampleGrabber1: TSampleGrabber;
    SavePictureDialog1: TSavePictureDialog;
    FilterGraph1: TFilterGraph;
    Filter1: TFilter;
    Button1: TButton;
```

```

ComboBox1: TComboBox;
GroupBox3: TGroupBox;
GroupBox1: TGroupBox;
Button7: TButton;
GroupBox2: TGroupBox;
Button9: TButton;
GroupBox4: TGroupBox;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Label6: TLabel;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
Label5: TLabel;
ed_beta: TEdit;
ed_rate: TEdit;
ed_alpha: TEdit;
ed_inputLayer: TEdit;
ed_hddLayer1: TEdit;
ed_hddLayer2: TEdit;
ed_outputLayer: TEdit;
ed_speed: TEdit;
ed_ff: TEdit;
ed_to: TEdit;
cb_fungsi: TComboBox;
cb_momentum: TCheckBox;
cb_snc: TCheckBox;
Edit1: TEdit;
GroupBox5: TGroupBox;
Memo1: TMemo;
Chart1: TChart;
Edit2: TEdit;
FastLineSeries1: TFastLineSeries;
OpenDialog1: TOpenDialog;
Timer1: TTimer;
btn1: TButton;
btn2: TButton;
Timer2: TTimer;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;

```

```

Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
btn13: TButton;
cmpprt1: TComPort;
btn12: TButton;
btn14: TButton;
btn15: TButton;
btn16: TButton;
btn17: TButton;
btn18: TButton;
btn19: TButton;
btn20: TButton;
Connect: TButton;
label111: TLabel;
cbb1: TComboBox;
lbl3: TLabel;
btn33: TButton;
chk1: TCheckBox;
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure ComboBox1Click(Sender: TObject);
procedure FormCloseQuery(Sender: TObject; var CanClose: Boolean);
procedure listingDevice;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure Button12Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure ImageGrayScale(AnImage: TImage; var output : TImage);
procedure btn3Click(Sender: TObject);
procedure scr1br1Change(Sender: TObject);
procedure btn1Click(Sender: TObject);
procedure btn2Click(Sender: TObject);
procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
function f(x:extended):extended;
procedure Button7Click(Sender: TObject);
procedure Button9Click(Sender: TObject);
procedure btn12Click(Sender: TObject);
procedure ConnectClick(Sender: TObject);
procedure btn17MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn17MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn18MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn18MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn14MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;

```

```

    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn14MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn13MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn13MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn15MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn15MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn16MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn16MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn19MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn19MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure btn20KeyDown(Sender: TObject; var Key: Word;
    Shift: TShiftState);
procedure btn20KeyUp(Sender: TObject; var Key: Word;
    Shift: TShiftState);
procedure cbb1Select(Sender: TObject);
procedure btn33Click(Sender: TObject);
procedure FilterGraph1Activate(Sender: TObject);
procedure pgc1Change(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;

var
    Form1: TForm1;
    CapEnum: TSysDevEnum;
    gambar2:TBitmap;
    hisR,hisG,hisB : array[0..300] of Integer;
    strTemp:string;
    XLApp1, Sheet:Variant;
    w: array[1..3,1..3,1..200,1..200] of single; //bobot[layer ke, tujuan, dari]
    x: array[1..2] of single;
    wu: array[1..3,1..3,1..200,1..200] of single; //bobot[layer ke, tujuan,
    dari]  x: array[1..2] of single;

```

```

w_ori: array[1..3,1..3,1..200,1..200] of single; //bobot[layer ke, tujuan,
dari] x: array[1..2] of single;
b_ori: array[1..3,1..3,1..200] of single; //bobot[layer ke, tujuan, dari]
x: array[1..2] of single;
y: array[1..3,1..2,1..200] of single; //hidden layer[hidden layer ke,
baris ke]
y0: array[1..3,1..2,1..200] of single; //hidden layer[hidden layer ke,
baris ke]
z: array[1..200] of single; //output layer[output layer baris ke]
x: array[1..3,1..200] of single; //input[1,2]
x0: array[1..3,1..200] of single; //input[1,2]
x_learn: array[1..3,1..100,1..200] of single; //input x_learn[1,2]
t_learn: array[1..100,1..200] of single; //input t_learn[1,2]
x_test: array[1..3,1..100,1..200] of single; //input x_test[1,2]
z_test: array[1..100,1..200] of single; //output z_test[1,2]
b: array[1..3,1..3,1..200] of single; //bias[layer,node ke-]
t: array[1..200] of single; //target[output baris ke]
delta: array[1..3,1..3,1..200] of single; //delta[layer ke, tujuan, dari]
delta0: array[1..3,1..3,1..200] of single; //delta[layer ke, tujuan, dari]
beta: single; //nilai minimum
//e: array[1..200] of single; //error[output baris ke]
sse: array[1..200] of single;
tou,input,hdd1,hdd2,output,iterasi,speed,nLearning:integer;
u,u0,mse,al,alf: single; //learning rate
stop:bool;
myFile: TextFile;
strDir, strDir2, strDir3: string;
ii: Integer;
tempArray: array[0..512] of integer ;
implementation

```

```

{$R *.dfm}

```

```

//fungsi sigmoid untuk di panggil pada program utama

```

```

function TForm1.f(x:extended):extended;

```

```

begin

```

```

if cb_fungsi.ItemIndex=0 then

```

```

result:=1/(1+exp((-x)*al))

```

```

else

```

```

result:=(2/(1+exp((-x)*al))-1);

```

```

end;

```

```

procedure TForm1.ImageGrayScale(AnImage: TImage; var output :
TImage);

```

```

var

```

```

JPGImage: TJPEGImage;

```



```

    BMPImage: TBitmap;
begin
    BMPImage := TBitmap.Create;
    JPGImage := TJPEGImage.Create;

    try
        JPGImage.Assign(AnImage.Picture.Bitmap);
        JPGImage.CompressionQuality := 100;
        JPGImage.Compress;
        JPGImage.Grayscale := True;

        BMPImage.Assign(JPGImage);
        output.Picture.Assign(BMPImage);
        output.Refresh;

    finally
        JPGImage.Free;
        BMPImage.Free;
    end;
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
    a,b,c,i,lebar,panjang,pixel: Integer;
    tempRed,tempGreen,tempBlue,tempBlue2,tempSum: integer;
    warna:TColor;
    blueF: array[0..512] of single;

    red,green,blue,lembahkiri,puncakkiri,lembahkanan,puncakkanan,swicth:in
    teger;
    garis:TBitmap;

begin
    strDir:='D:\A TESIS PRO\simpan.xls';
    InsrsSeries3.Clear;
    InsrsSeries4.Clear;
    InsrsSeries5.Clear;
    InsrsSeries6.Clear;

    samplegrabber1.GetBitmap(Image1.Picture.Bitmap);
    b:=300;//scr1br1.Position;
    lebar:=image1.Picture.Bitmap.Width ;
    InsrsSeries3.Clear;
    //buka file excel
    XLApp1 := CreateOleObject('excel.application');

```

```

// Change this value
XLApp1.Workbooks.open(strDir) ;
//aktifkan sheet 1
Sheet := XLApp1.WorkSheets[1] ;
//isi sheet cell (baris,kolom)
sheet.cells.item[1,1].value := 'Data RGB + REFF';
sheet.cells.item[2,1].value := 'R';
sheet.cells.item[2,2].value := 'G';
sheet.cells.item[2,3].value := 'B';
sheet.cells.item[2,4].value := 'grey';
sheet.cells.item[2,5].value := 'grey reff';
//kosongkan isi cell
for i:=3 to 200 do
begin
    sheet.cells.item[i,1].value := "";
    sheet.cells.item[i,2].value := "";
    sheet.cells.item[i,3].value := "";
    sheet.cells.item[i,4].value := "";
    sheet.cells.item[i,5].value := "";
end;

tempRed:=0;
tempGreen:=0;
tempBlue:=0;
//cari nilai maks
for a:=310to 505 do
begin

    warna:=Image1.Picture.Bitmap.Canvas.Pixels[a,b];
    //untuk mengambil nilai RGB

    red:=GetRValue(warna);
    green:=GetGValue(warna);
    blue:=GetBValue(warna);

    tempRed:=max(tempRed,red);
    tempGreen:=max(tempGreen,green);
    tempBlue:=max(tempBlue,blue);

end;

for a:=310 to 505 do
begin

    warna:=Image1.Picture.Bitmap.Canvas.Pixels[a,b];

```

```

//untuk mengambil nilai RGB

red:=GetRValue(warna);
green:=GetGValue(warna);
blue:=GetBValue(warna);

inc(pixel);

lnsrsSeries4.AddXY(a,red/tempRed);
lnsrsSeries5.AddXY(a,green/tempGreen);
lnsrsSeries6.AddXY(a,blue/tempBlue);
sheet.cells.item[a-307,1].value := floattostr(red/tempRed);
sheet.cells.item[a-307,2].value := floattostr(green/tempGreen);
sheet.cells.item[a-307,3].value := floattostr(blue/tempBlue);
end;
lbl1.Caption:=IntToStr(pixel);

ImageGrayScale(Image1, Img1);
tempBlue:=0;
for a:=310 to 505 do
begin
    warna:=Img1.Picture.Bitmap.Canvas.Pixels[a,b];
    //untuk mengambil nilai max gray
    blue:=tempArray[a]-GetBValue(warna);
    tempBlue:=Max(tempBlue,blue);
end;

for a:=310 to 505 do
begin

    warna:=Img1.Picture.Bitmap.Canvas.Pixels[a,b];
    //untuk mengambil nilai grey
    blue:=tempArray[a]-GetBValue(warna);
    blueF[a]:=blue/tempBlue;
    sheet.cells.item[a-307,4].value := floattostr(blueF[a]);
    sheet.cells.item[a-307,5].value := floattostr(tempArray[a]);
    lnsrsSeries3.AddXY(a,blueF[a]);

end;
//tutup file excel
XLApp1.ActiveWorkBook.SaveAs(strDir);
XLApp1.ActiveWorkBook.close;
XLApp1.Workbooks.close;

```

```

garis:=TBitmap.Create;
garis.Assign(Image1.Picture.Bitmap);
garis.Canvas.Pen.Color:=clRed ;
garis.Canvas.MoveTo(0,b);
garis.Canvas.LineTo(lebar,300);
Image1.Picture.Assign(garis);
// Image1.CleanupInstance;
garis.FreeImage;
garis.Free;
if chk1.Checked=True then
begin
    //simpan NN
    strDir:='D:\A TESIS PRO\testing.xls';
    //buka file excel
    XLApp1 := CreateOleObject('excel.application');
    // Change this value
    XLApp1.Workbooks.open(strDir) ;
    //aktifkan sheet 1
    Sheet := XLApp1.WorkSheets[1] ;
    //isi sheet cell (baris,kolom)
    //kosongkan isi cell
    for i:=2 to 200 do
    begin
        sheet.cells.item[i,1].value := "";
    end;
    for a:=310 to 505 do
    begin
        sheet.cells.item[a-308,1].value := floattostr(blueF[a]);
    end;
    //tutup file excel
    XLApp1.ActiveWorkBook.SaveAs(strDir);
    XLApp1.ActiveWorkBook.close;
    XLApp1.Workbooks.close;
    Button9.Click();
end;
end;

procedure TForm1.btn3Click(Sender: TObject);
begin
    ImageGrayScale(Image1, Img1);
end;

procedure TForm1.scribr1Change(Sender: TObject);
var

```

```

a,b,c,i,lebar,panjang,pixel:Integer;
warna:TColor;

red,green,blue,lembahkiri,puncakkiri,lembahkanan,puncakkanan,swicth:byte;

begin

end;

procedure TForm1.ComboBox1Click(Sender: TObject);
begin
  FilterGraph1.ClearGraph;
  FilterGraph1.Active := false;
  Filter1.BaseFilter.Moniker :=
  capenum.GetMoniker(combobox1.ItemIndex);
  FilterGraph1.Active := true;
  with FilterGraph1 as ICaptureGraphBuilder2 do
    RenderStream(@PIN_CATEGORY_PREVIEW,nil, Filter1 as
  IBaseFilter, SampleGrabber1 as IBaseFilter, VideoWindow1 as
  IBaseFilter);
  FilterGraph1.Play;
end;

procedure TForm1.FormCloseQuery(Sender: TObject; var CanClose:
Boolean);
begin
  capenum.Free;
  FilterGraph1.ClearGraph;
  FilterGraph1.Active := false;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  listingDevice;
  //scr1br1.Max:=Image1.Height;
end;

procedure TForm1.listingDevice;
var i: integer;
begin
  CapEnum:=TSysDevEnum.Create(CLSID_VideoInputDeviceCategory);
  For i:=0 to CapEnum.CountFilters-1 do

```

```

begin
    combobox1.Items.Add(CapEnum.Filters[i].FriendlyName);
end;
end;

procedure TForm1.Button12Click(Sender: TObject);
begin
    SavePictureDialog1.FileName:=FormatDateTime('hms',Now)+'.JPG';
    Image1.Picture.SaveToFile(SavePictureDialog1.FileName);
end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
    SavePictureDialog1.FileName:=FormatDateTime('hms',Now)+'.PNG';
    Image1.Picture.SaveToFile(SavePictureDialog1.FileName);
end;

procedure TForm1.btn1Click(Sender: TObject);
var
    h,i,j,k:integer;
begin
    //mengisi nilai semua bobot dan bias antara -0.5 sampai 0.5
    for h := 1 to 3 do
    begin
        for i := 1 to 3 do
        begin
            for j := 1 to 200 do
            begin
                for k := 1 to 200 do
                begin
                    w_ori[h,i,j,k]:=RandG(0,0.5);
                end;
            end;
        end;
    end;
    for h := 1 to 3 do
    begin
        for i := 1 to 3 do
        begin
            for j := 1 to 200 do
            begin
                b_ori[h,i,j]:=RandG(0,0.5);
            end;
        end;
    end;
end;
end;

```

```

//Memindahkan bobot dan bias awal menuju variable yang dinamis
//bobot dan bias awal tetap disimpan pada *w/b_ori
for h := 1 to 3 do
begin
for i := 1 to 3 do
begin
for j := 1 to 200 do
begin
for k := 1 to 200 do
begin
w[h,i,j,k]:=w_ori[h,i,j,k];
end;
end;
end;
end;
end;
for h := 1 to 3 do
begin
for i := 1 to 3 do
begin
for j := 1 to 200 do
begin
b[h,i,j]:=b_ori[h,i,j];
end;
end;
end;
end;
end;

procedure TForm1.btn2Click(Sender: TObject);
var
h, i, j, iBaris, iKolom:integer;
begin
if btn2.Caption='Learn' then
begin
strDir2:='D:\A TESIS PRO\learning.xls';
//buka file excel
XLApp1:= CreateOleObject('excel.application');
XLApp1.Workbooks.open(strDir2);
//aktifkan sheet 1
Sheet := XLApp1.WorkSheets[1];
//load isi sheet cell (baris,kolom)
iBaris:=1;nLearning:=0;iKolom:=0;
strTemp:=sheet.cells.item[1,iBaris].Value;
while strTemp='L' do
begin
iBaris:=iBaris+4;

```

```

        inc(nLearning);
        strTemp:=sheet.cells.item[1,iBaris].Value;
    end;
    Edit1.Text:=IntToStr(nLearning);
    //diulang sebanyak n sample learning
    for i := 1 to nLearning do
    begin
        //baca 3 data learning
        for h := 1 to 3 do
        begin
            inc(iKolom);
            iBaris:=2; input:=0; output:=0;
            for j := 1 to 200 do
            begin
                inc(input);

x_learn[h,i,j]:=StrToFloatDef(sheet.cells.item[iBaris,iKolom].Value,0);
                inc(iBaris);
            end;
        end;
        //baca target learning
        inc(iKolom);
        iBaris:=2;
        strTemp:=sheet.cells.item[iBaris,iKolom].Value;
        while strTemp<>" do
        begin
            inc(output);
            t_learn[i,iBaris-
1]:=StrToFloatDef(sheet.cells.item[iBaris,iKolom].Value,0);
            inc(iBaris);
            strTemp:=sheet.cells.item[iBaris,iKolom].Value;
        end;
    end;
    //tutup file excel
    XLApp1.ActiveWorkBook.close;
    XLApp1.Workbooks.close;
    hdd1:=input;
    hdd2:=5*output;
    ed_inputLayer.Text:=IntToStr(input);
    ed_hddLayer1.Text:=IntToStr(hdd1);
    ed_hddLayer2.Text:=IntToStr(hdd2);
    ed_outputLayer.Text:=IntToStr(output);

    stop:=false;
    iterasi:=0;

```



```

    alf:=0;
    tou:=strtoint(ed_to.text);
    speed:=strtoint(ed_speed.text);
    beta:=strtofloat(ed_beta.text);
    u0:=strtofloat(ed_rate.text);
    u:=u0;
    al:=strtofloat(ed_alpha.text);
    input:=strtoint(ed_inputLayer.text);
    hdd1:=strtoint(ed_hddLayer1.text);
    hdd2:=strtoint(ed_hddLayer2.text);
    output:=strtoint(ed_outputLayer.text);
    btn2.Caption:='Stop';
    Series1.Clear;
    Timer2.Enabled:=True;
end
else if btn2.Caption='Stop' then
begin
    Timer2.Enabled:=false;
    btn2.Caption:='Learn';
end;
end;

procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
var
    h,i,j,k,m,n,o:integer;
    temp:single;
begin
    for i:=1 to speed do
    begin
        if stop=false then
        begin
            //sse dimulai dari 0
            for m:=1 to output do
            begin
                sse[m]:=0;
            end;
            //loop untuk setiap bentuk pattern
            for j := 1 to nLearning do
            begin
                //naikkan iterasi
                iterasi:=iterasi+1;
                //fungsi learning
                //masukkan data
                for h := 1 to 3 do
                begin

```

```

for m := 1 to input do
begin
x[h,m]:=x_learn[h,j,m];
end;
end;

for m := 1 to output do
begin
t[m]:=t_learn[j,m];
end;

//forward pass
//y=fungsi sigmoid(sigma w*x) untuk hidden layer ke-1
for h := 1 to 3 do
begin
for m := 1 to hdd1 do
begin
temp:=0;
for n:= 1 to input do
begin
temp:=temp+w[h,1,m,n]*x[h,n];
end;
y[h,1,m]:=f(temp+b[h,1,m]);
end;
end;
//y=fungsi sigmoid(sigma w*x) untuk hidden layer ke-2
for h := 1 to 3 do
begin
for m := 1 to hdd2 do
begin
temp:=0;
for n := 1 to hdd1 do
begin
temp:=temp+w[h,2,m,n]*y[h,1,n];
end;
y[h,2,m]:=f(temp+b[h,2,m]);
end;
end;
//z=fungsi sigmoid(sigma w*x) untuk output layer

for m := 1 to output do
begin
temp:=0;
for h := 1 to 3 do
begin

```

```

    for n := 1 to hdd2 do
    begin
        temp:=temp+w[h,3,m,n]*y[h,2,n];
    end;
end;
z[m]:=f(temp+b[1,3,m]);
end;
//reverse pass
//hitung delta untuk layer output
//delta=(d-output)*turunan fungsi sigmoid f(x)
//delta=(d-output)*(1-output)*(output)

    for m := 1 to output do
    begin
        if cb_fungsi.ItemIndex=0 then
            delta[1,3,m]:=(t[m]-z[m])*al*(1-z[m])*z[m]
        else
            delta[1,3,m]:=(t[m]-z[m])*al*(1-z[m])*(1+z[m])/2;
        end;

        //perbaruan nilai bobot layer output
        //w'=w+learning rate*delta*input
        for h := 1 to 3 do
        begin
            for m := 1 to hdd2 do
            begin

                for n := 1 to output do
                begin

wu[h,3,n,m]:=u*(delta[1,3,n]*y[h,2,m]+alf*delta0[1,3,n]*y0[h,2,m]);
                    w[h,3,n,m]:=w[h,3,n,m]+wu[h,3,n,m];
                end;
            end;
        end;
        for m := 1 to output do
        begin
            b[1,3,m]:=b[1,3,m]+u*delta[1,3,m];
        end;

        //hitung delta untuk hidden layer ke-2
        //delta=(sigma w*delta)*turunan fungsi sigmoid f(x)
        //delta=(sigma w*delta)*(1-output)*(output)
        for h := 1 to 3 do
        begin

```

```

for m := 1 to hdd2 do
begin
temp:=0;
for n := 1 to output do
begin
temp:=temp+(delta[h,3,n]*w[h,3,n,m])
end;
if cb_fungsi.ItemIndex=0 then
delta[h,2,m]:=temp*al*(1-y[h,2,m])*y[h,2,m]
else
delta[h,2,m]:=temp*al*(1-y[h,2,m])*(1+y[h,2,m])/2;
end;
end;
//perbaruan nilai bobot untuk hidden layer ke-2
//w'=w+learning rate*delta*input
for h := 1 to 3 do
begin
for m := 1 to hdd1 do
begin
for n := 1 to hdd2 do
begin
wu[h,2,n,m]:=u*(delta[h,2,n]*y[h,1,m]+alf*delta0[h,2,n]*y0[h,1,m]);
w[h,2,n,m]:=w[h,2,n,m]+wu[h,2,n,m];
end;
end;
for m := 1 to hdd2 do
begin
b[h,2,m]:=b[h,2,m]+u*delta[h,2,m];
end;
end;
//hitung delta untuk hidden layer ke-1
//delta=(sigma w*delta)*turunan fungsi sigmoid f(x)
//delta=(sigma w*delta)*(1-output)*(output)
for h := 1 to 3 do
begin
for m := 1 to hdd1 do
begin
temp:=0;
for n := 1 to hdd2 do
begin
temp:=temp+(delta[h,2,n]*w[h,2,n,m])
end;
if cb_fungsi.ItemIndex=0 then
delta[h,1,m]:=temp*al*(1-y[h,1,m])*y[h,1,m]

```

```

        else
            delta[h,1,m]:=temp*al*(1-y[h,1,m])*(1+y[h,1,m])/2;
        end;
    end;
    //perbaruan nilai bobot untuk hidden layer ke-1
    //w'=w+learning rate*delta*input
    for h := 1 to 3 do
    begin
        for m := 1 to input do
        begin
            for n := 1 to hdd1 do
            begin
                wu[h,1,n,m]:=u*(delta[h,1,n]*x[h,m]+alf*delta0[h,1,n]*x0[h,m]);
                w[h,1,n,m]:=w[h,1,n,m]+wu[h,1,n,m];
            end;
        end;
        for m := 1 to hdd1 do
        begin
            b[h,1,m]:=b[h,1,m]+u*delta[h,1,m];
        end;
    end;
    //hitung sum square error=sse(s-1)+(target-output)^2
    for m := 1 to output do
    begin
        sse[m]:=sse[m]+Sqr(t[m]-z[m]);
    end;
    //plot miu
    //Chart5.Series[0].AddXY(iterasi,u);
    if cb_snc.Checked=true then
        u:=u0/(1+iterasi/tou);

    end; //untuk j
    //cek momentum update mode
    //jika tidak forgetting factor tetap = nol
    if cb_momentum.Checked=True then
    begin
        alf:=strtofloat(ed_ff.Text);
    end;
    //hitung mse dari seluruh output neuron
    mse:=0;
    for m := 1 to output do
    begin
        mse:=mse+sse[m];
    end;
    mse:=mse/output;

```

```

//tampilkan mse dan grafik
edit2.text:=floattostrf(mse,ffNumber,8,7);
FastLineSeries1.AddXY(iterasi,mse);
//simpan w untuk momentum update
for h := 1 to 3 do
begin
  for m := 1 to 2 do
  begin
    for n := 1 to 200 do
    begin
      y0[h,m,n]:=y[h,m,n];
      delta0[h,m+1,n]:=delta[h,m+1,n];
    end;
  end;
  for m := 1 to 200 do
  begin
    x0[h,m]:=x[h,m];
    delta0[h,1,m]:=delta[h,1,m];
  end;
end;
//cek batas iterasi dan mse
if (iterasi > 1000000) or (mse < beta) then
begin
  Timer1.Enabled:=False;
  stop:=true;
  showmessage('Done!');
end
else begin
  stop:=false;
end;

  end;//stop
end;//===speed x100
end;

procedure TForm1.Button7Click(Sender: TObject);
var
  h,i,j,k :integer;
begin
  FastLineSeries1.Clear;
  //Memindahkan bobot dan bias awal menuju variable yang dinamis
  //bobot dan bias awal tetap disimpan pada *w/b_ori
  for h := 1 to 3 do
  begin
    for i := 1 to 3 do

```

```

begin
for j := 1 to 200 do
begin
for k := 1 to 200 do
begin
w[h,i,j,k]:=w_ori[h,i,j,k];
end;
end;
end;
end;
for h := 1 to 3 do
begin
for i := 1 to 3 do
begin
for j := 1 to 200 do
begin
b[h,i,j]:=b_ori[h,i,j];
end;
end;
end;
end;
end;

procedure TForm1.Button9Click(Sender: TObject);
var
h,i,j,k,m,n,iBaris,iKolom:integer;
temp:single;
strOutput: array[1..10] of string;
begin
strDir3:='D:\A TESIS PRO\testing.xls';
strOutput[1]:='output 1';
strOutput[2]:='output 2';
strOutput[3]:='output 3';
strOutput[4]:='output 4';
Memo1.Clear;
//buka file excel
XLApp1:= CreateOleObject('excel.application');
XLApp1.Workbooks.open(strDir3);
//aktifkan sheet 1
Sheet := XLApp1.WorkSheets[1];
iKolom:=1;
input:=200;
output:=StrToInt(ed_outputLayer.Text);
hdd1:=input;
hdd2:=5*output;
for h := 1 to 3 do

```

```

begin
  iBaris:=2;
  for i := 1 to 200 do
    begin
      x_test[h,1,i]:=StrToFloatDef(sheet.cells.item[iBaris,iKolom].Value,0);
      inc(iBaris);
    end;
    inc(iKolom);
    for m := 1 to input do
      begin
        x[h,m]:=x_test[h,1,m];
      end;
    end;
    //tutup file excel
    XLApp1.ActiveWorkBook.close;
    XLApp1.Workbooks.close;
    //ambil parameter testing
    ed_inputLayer.Text:=IntToStr(input);
    ed_hddLayer1.Text:=IntToStr(hdd1);
    ed_hddLayer2.Text:=IntToStr(hdd2);
    ed_outputLayer.Text:=IntToStr(output);
    //ambil parameter NN
    alf:=0;
    tou:=strtoint(ed_to.text);
    speed:=strtoint(ed_speed.text);
    beta:=strtofloat(ed_beta.text);
    u0:=strtofloat(ed_rate.text);
    u:=u0;
    al:=strtofloat(ed_alpha.text);
    input:=strtoint(ed_inputLayer.text);
    hdd1:=strtoint(ed_hddLayer1.text);
    hdd2:=strtoint(ed_hddLayer2.text);
    output:=strtoint(ed_outputLayer.text);
    //forward pass
    //y=fungsi sigmoid(sigma w*x) untuk hidden layer ke-1
    for h := 1 to 3 do
      begin
        for m := 1 to hdd1 do
          begin
            temp:=0;
            for n:= 1 to input do
              begin
                temp:=temp+w[h,1,m,n]*x[h,n];
              end;
            end;

```



```

        y[h,1,m]:=f(temp+b[h,1,m]);
    end;
end;
//y=fungsi sigmoid(sigma w*x) untuk hidden layer ke-2
for h := 1 to 3 do
begin
    for m := 1 to hdd2 do
    begin
        temp:=0;
        for n := 1 to hdd1 do
        begin
            temp:=temp+w[h,2,m,n]*y[h,1,n];
        end;
        y[h,2,m]:=f(temp+b[h,2,m]);
    end;
end;
//z=fungsi sigmoid(sigma w*x) untuk output layer

for m := 1 to output do
begin
    temp:=0;
    for h := 1 to 3 do
    begin
        for n := 1 to hdd2 do
        begin
            temp:=temp+w[h,3,m,n]*y[h,2,n];
        end;
    end;
    z[m]:=f(temp+b[1,3,m]);
    Memo1.Lines.Add(strOutput[m]+':
'+FloatToStrF(z[m],ffNumber,1,3));
end;

end;

procedure TForm1.btn12Click(Sender: TObject);
begin
    cmptr1.ShowSetupDialog;
end;

procedure TForm1.ConnectClick(Sender: TObject);
begin
    if(Connect.Caption='Connect') then

```

```

begin
    cmp1.Connected:=True;
    Connect.Caption:='Disconnect';
end
else
begin
    cmp1.Connected:=False;
    Connect.Caption:='Connect';

end;

end;

procedure TForm1.btn17MouseDown(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn17.Caption='A')then
begin
    ii:=5;
    cmp1.WriteStr('t');
    btn17.Caption:='Stop';
end;

end;

procedure TForm1.btn17MouseUp(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn17.Caption='Stop')then
begin
    ii:=9;
    btn17.Caption:='A';
    cmp1.WriteStr('x');
end;
end;

procedure TForm1.btn18MouseDown(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn18.Caption='B')then
begin
    ii:=6;

```

```

    cmpprt1.WriteStr('y');
    btn18.Caption:='Stop';
end;
end;

```

```

procedure TForm1.btn18MouseUp(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn18.Caption='Stop')then
begin
ii:=9;
btn18.Caption:='B';
cmpprt1.WriteStr('x');
end;
end;

```

```

procedure TForm1.btn14MouseDown(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn14.Caption='Kiri')then
begin
ii:=2;
cmpprt1.WriteStr('w');
btn14.Caption:='Stop';
end;

```

```

end;

```

```

procedure TForm1.btn14MouseUp(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn14.Caption='Stop')then
begin
ii:=9;
btn14.Caption:='Kiri';
cmpprt1.WriteStr('x');
end;
end;

```

```

procedure TForm1.btn13MouseDown(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);

```

```

begin
if(btn13.Caption='Kanan')then
begin
ii:=1;
cmp11.WriteStr('q');
btn13.Caption:='Stop';
end;

end;

procedure TForm1.btn13MouseUp(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn13.Caption='Stop')then
begin
ii:=9;
btn13.Caption:='Kanan';
cmp11.WriteStr('x');
end;
end;

procedure TForm1.btn15MouseDown(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn15.Caption='Atas')then
begin
ii:=3;
cmp11.WriteStr('e');
btn15.Caption:='Stop';
end;

end;

procedure TForm1.btn15MouseUp(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn15.Caption='Stop')then
begin
ii:=9;
btn15.Caption:='Atas';
cmp11.WriteStr('x');
end;
end;

```

end;

```
procedure TForm1.btn16MouseDown(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn16.Caption='Bawah')then
begin
ii:=4;
cmp11.WriteStr('r');
btn16.Caption:='Stop';
end
end;
```

end;

```
procedure TForm1.btn16MouseUp(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn16.Caption='Stop')then
begin
ii:=9;
btn16.Caption:='Bawah';
cmp11.WriteStr('x');
end;
end;
```

```
procedure TForm1.btn19MouseDown(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn19.Caption='-')then
begin
ii:=7;
cmp11.WriteStr('u');
btn19.Caption:='Stop';
end;
end;
```

end;

```
procedure TForm1.btn19MouseUp(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
if(btn19.Caption='Stop')then
```

```

begin
  ii:=9;
  btn19.Caption:='-';
  cmp11.WriteStr('x');
end;
end;

procedure TForm1.btn20KeyDown(Sender: TObject; var Key: Word;
  Shift: TShiftState);
begin
  if(btn20.Caption='+')then
  begin
    ii:=8;
    cmp11.WriteStr('i');
    btn20.Caption:='Stop';
  end;
end;

procedure TForm1.btn20KeyUp(Sender: TObject; var Key: Word;
  Shift: TShiftState);
begin
  if(btn20.Caption='Stop')then
  begin
    ii:=9;
    btn20.Caption:='+';
    cmp11.WriteStr('x');
  end;
end;

procedure TForm1.cbb1Select(Sender: TObject);
begin
  cmp11.WriteStr(IntToStr(cbb1.ItemIndex));
end;

procedure TForm1.btn33Click(Sender: TObject);
var
  a,b,c,i,lebar,panjang,pixel:Integer;
  tempRed,tempGreen,tempBlue: integer;
  warna:TColor;

red,green,blue,lembahkiri,puncakkiri,lembahkanan,puncakkanan,swieth:in
teger;
garis:TBitmap;

```

```

begin
  Button1.Enabled:=True;
  InsrsSeries3.Clear;
  InsrsSeries4.Clear;
  InsrsSeries5.Clear;
  InsrsSeries6.Clear;

  samplegrabber1.GetBitmap(Image1.Picture.Bitmap);
  b:=300;//scr1br1.Position;
  lebar:=image1.Picture.Bitmap.Width ;

  //cari nilai maks
  for a:=310to 505 do
  begin

    warna:=Image1.Picture.Bitmap.Canvas.Pixels[a,b];
    //untuk mengambil nilai RGB

    red:=GetRValue(warna);
    green:=GetGValue(warna);
    blue:=GetBValue(warna);

    inc(hisR[red]);
    inc(hisg[green]);
    inc(hisb[blue]);
    inc(pixel);

    InsrsSeries4.AddXY(a,red);
    InsrsSeries5.AddXY(a,green);
    InsrsSeries6.AddXY(a,blue);

  end;

  lbl1.Caption:=IntToStr(pixel);

  ImageGrayScale(Image1, Img1);
  for a:=310 to 505 do
  begin
    warna:=Img1.Picture.Bitmap.Canvas.Pixels[a,b];
    //untuk mengambil nilai gray
    blue:=GetBValue(warna);
    tempArray[a]:=blue;
  
```

```

    InsrsSeries3.AddXY(a,blue);
end;

garis:=TBitmap.Create;
garis.Assign(Image1.Picture.Bitmap);
garis.Canvas.Pen.Color:=clRed ;
garis.Canvas.MoveTo(0,b);
garis.Canvas.LineTo(lebar,300);
Image1.Picture.Assign(garis);
// Image1.CleanupInstance;
garis.FreeImage;
garis.Free;
end;

enprocedure TForm1.FilterGraph1Activate(Sender: TObject);
begin

procedure TForm1.pgclChange(Sender: TObject);
begin

end;
end;

d.

```


DAFTAR PUSTAKA

- A Arifin, "Bahan ajar Mata Kuliah Sistem Elektronika Cerdas", *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2013
- Bo Galle," Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change (NOVAC)—A global network for volcanic gas monitoring: Network layout and instrument description", *journal of Geophysical research*. VOL. 115, D05304, doi:10.1029/2009JD011823, 2010
- Clive , "Exploiting ground-based optical sensing technologies of volcanic gas surveillance", *Cambridge volcanology Group, departement of Geography, University of Cambridge*. 2004.
- Choirul Anam, Sirojudin, KS Firdausi, "Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji Bensin Dan Spiritus Dengan Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR", *Berkala Fisika Vol 10 no 1, Indonesia* 2007.
- H Humaida, "Pengukuran Emisi SO₂ dengan DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy) dan COSPEC (Correlation Spectroscopy) di Gunung Merapi (Indonesia)". *Indo. J. chem.* 2008, 8(2), 151-157.
- E Jatmiko, E Prasetyo¹, M Azam¹, "Rancang Bangun Spektroskopi Cahaya Tampak Untuk Penentuan Kualitas Susu Dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan", *Berkala Fisika Vol 7 No 2, Indonesia* 2004.
- Kantzas P. Euripdes and McGonigle J.S Andrew, "Ground Based Ultraviolet Remote Sensing Of Volcanic Gas Plume", *Sensor* 2008, 8. 1559-1574.
- SF Retnowati, "Identifikasi Gas Menggunakan Kisi difraksi dan Jaringan Syaraf Tiruan", *Tesis, ITS-Surabaya* 2012.

DIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Klaten pada tanggal 3 Juni 1971 dan merupakan anak ke 5 dari lima bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Keputran Kemalang, SMP Negeri 1 Kemalang dan SMA Negeri Karangnongko Klaten Jawa Tengah. Penenempuh pendiikan jenjang S1 pada Universitas Widya Kartika dan Lulus pada tahun 2002.

Setelah lulus dari Universitas berwirausaha membuka bengkel elektronik, dan sejak tahun 2011 mengajar sebagai Dosen Luar Biasa pada Universitas Widya Kartika Surabaya.